



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

G.984.3

(02/2004)

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

Sections numériques et systèmes de lignes numériques –
Systèmes de transmission par ligne optique pour les
réseaux locaux et les réseaux d'accès

**Réseaux optiques passifs gigabitaires
(G-PON): spécification de la couche de
convergence de transmission**

Recommandation UIT-T G.984.3

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

CONNEXIONS ET CIRCUITS TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX	G.100–G.199
CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES COMMUNES À TOUS LES SYSTÈMES ANALOGIQUES À COURANTS PORTEURS	G.200–G.299
CARACTÉRISTIQUES INDIVIDUELLES DES SYSTÈMES TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX À COURANTS PORTEURS SUR LIGNES MÉTALLIQUES	G.300–G.399
CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES SYSTÈMES TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX HERTZIENS OU À SATELLITES ET INTERCONNEXION AVEC LES SYSTÈMES SUR LIGNES MÉTALLIQUES	G.400–G.449
COORDINATION DE LA RADIODÉLÉPHONIE ET DE LA TÉLÉPHONIE SUR LIGNES EQUIPEMENTS DE TEST	G.450–G.499
CARACTÉRISTIQUES DES SUPPORTS DE TRANSMISSION	G.500–G.599
EQUIPEMENTS TERMINAUX NUMÉRIQUES	G.600–G.699
RÉSEAUX NUMÉRIQUES	G.700–G.799
SECTIONS NUMÉRIQUES ET SYSTÈMES DE LIGNES NUMÉRIQUES	G.800–G.899
Généralités	G.900–G.909
Paramètres pour les systèmes à câbles optiques	G.910–G.919
Sections numériques à débits hiérarchisés multiples de 2048 kbit/s	G.920–G.929
Systèmes numériques de transmission par ligne à débits non hiérarchisés	G.930–G.939
Systèmes de transmission numérique par ligne à supports MRF	G.940–G.949
Systèmes numériques de transmission par ligne	G.950–G.959
Section numérique et systèmes de transmission numériques pour l'accès usager du RNIS	G.960–G.969
Systèmes sous-marins à câbles optiques	G.970–G.979
Systèmes de transmission par ligne optique pour les réseaux locaux et les réseaux d'accès	G.980–G.989
Réseaux d'accès	G.990–G.999
QUALITÉ DE SERVICE ET DE TRANSMISSION – ASPECTS GÉNÉRIQUES ET ASPECTS LIÉS À L'UTILISATEUR	G.1000–G.1999
CARACTÉRISTIQUES DES SUPPORTS DE TRANSMISSION	G.6000–G.6999
EQUIPEMENTS TERMINAUX NUMÉRIQUES	G.7000–G.7999
RÉSEAUX NUMÉRIQUES	G.8000–G.8999

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

Recommandation UIT-T G.984.3

Réseaux optiques passifs gigabitaires (G-PON): spécification de la couche de convergence de transmission

Résumé

La présente Recommandation décrit la couche de convergence de transmission dans les réseaux optiques passifs gigabitaires, qui constituent une famille de réseaux à accès flexible, capables de fournir une gamme de services à large bande comme à bande étroite. Elle décrit les systèmes fonctionnant à des débits de 1,24416 et 2,48832 Gbit/s en aval et 0,15552, 0,62208, 1,24416 et 2,48832 Gbit/s en amont. Elle traite de spécifications relatives aux trames, aux messages, à la méthode de télémétrie, à la fonctionnalité de flux OAM et à la sécurité de la couche de convergence de transmission dans les réseaux PON gigabitaires (GTC).

La présente Recommandation fait partie intégrante des Recommandations UIT-T de la série G.984 qui, globalement, spécifie un unique ensemble cohérent de systèmes de transmission d'accès.

La série G.984 diffère essentiellement de la précédente série G.983 en ce qu'elle décrit des débits binaires en ligne plus élevés. En conséquence de cette différence, la série G.984 traite de nombreuses questions et caractéristiques techniques d'une façon différente de la série G.983. Ces deux systèmes ne sont pas interexploitables.

Source

La Recommandation G.984.3 de l'UIT-T a été approuvée le 22 février 2004 par la Commission d'études 15 (2001-2004) de l'UIT-T selon la procédure définie dans la Recommandation UIT-T A.8.

AVANT-PROPOS

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

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

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

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

NOTE

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

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

DROITS DE PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

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

A la date d'approbation de la présente Recommandation, l'UIT n'avait pas été avisée de l'existence d'une propriété intellectuelle protégée par des brevets à acquérir pour mettre en œuvre la présente Recommandation. Toutefois, comme il ne s'agit peut-être pas de renseignements les plus récents, il est vivement recommandé aux responsables de la mise en œuvre de consulter la base de données des brevets du TSB.

© UIT 2004

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

TABLE DES MATIÈRES

		Page
1	Domaine d'application	1
2	Références normatives.....	1
3	Définitions	2
4	Abréviations.....	4
5	Conventions	8
	5.1 Terminaison ONT et unité ONU	9
	5.2 Relation entre la méthode de verrouillage des trames d'un service de transmission de données et le mode GEM	9
	5.3 Architecture de multiplexage	9
6	Architecture du système G-PON	12
	6.1 Architecture du réseau	12
	6.2 Référence configuration	12
	6.3 Domaine d'application des types de terminaison OLT et d'unité ONU connectables	14
	6.4 Blocs fonctionnels	14
	6.5 Interopérabilité entre réseaux G-PON et B-PON	16
7	Aperçu général de la convergence GTC	16
	7.1 Aperçu général.....	16
	7.2 Pile de protocoles pour plans C/M	17
	7.3 Pile de protocoles pour le plan U	19
	7.4 Fonctions clés du système de convergence GTC	21
	7.5 Fonctions des sous-couches dans la couche de convergence GTC	22
	7.6 Flux de trafic et qualité QS.....	23
	7.7 Spécification d'assignation DBA.....	24
8	Trame de couche de convergence TC-GTC	27
	8.1 Structure de trame aval.....	28
	8.2 Structure de trame amont.....	34
	8.3 Mappage du trafic dans les charges utiles de la couche de convergence GTC	39
	8.4 Attribution dynamique de largeur de bande: signalisation et configuration ..	43
9	Messages dans la couche GTC	48
	9.1 Format de message PLOAM	49
	9.2 Messages de commande	50
10	Méthode d'activation.....	64
	10.1 Aperçu général.....	64
	10.2 Procédure d'activation dans l'unité ONU.....	65
	10.3 Procédure d'activation dans la terminaison OLT	83
	10.4 Procédure de mesurage du temps RTD	89

	Page
11	Surveillance des alarmes et de la performance..... 92
11.1	Alarmes..... 92
11.2	Surveillance de la performance 98
12	Sécurité..... 99
12.1	Modèle de menace de base 99
12.2	Système de chiffrement 99
12.3	Echange et commutation de clé..... 101
13	Correction d'erreur directe 101
13.1	Introduction 101
13.2	Correction FEC en aval 103
13.3	Correction FEC en amont..... 106
13.4	Transmissions d'activation d'unité ONU 108
14	Mécanisme de transport par interface OMCI 108
14.1	Schéma de transport par interface OMCI..... 109
14.2	Modes de transport 109
14.3	Encapsulage des datagrammes 109
14.4	Adaptateur d'interface OMCI dans l'unité ONU 109
14.5	Adaptateur d'interface OMCI dans la station de gestion..... 109
Appendice I – Transport de trafic d'utilisateur sur canaux en mode GEM..... 110	
I.1	Mappage de trames GEM dans la charge utile de la couche de convergence GTC 110
I.2	TDFM en mode GEM 110
I.3	Ethernet en mode GEM 111
Appendice II – Capacité de survie dans les systèmes utilisant la couche de convergence GTC 112	
Appendice III – Décodage du contrôle d'erreur dans l'en-tête d'une trame GEM 112	
Appendice IV – Aperçu général des procédures d'activation d'unité ONU..... 114	
IV.1	Acquisition du numéro de série pendant le sous-état-de-numéro-de-série (O4b) – Réseau actif..... 114
IV.2	Réglage du niveau de puissance process..... 116
IV.3	Processus de mesurage du temps RTD..... 120
IV.4	Processus d'alarme de protection..... 122

Recommandation UIT-T G.984.3

Réseaux optiques passifs gigabitaires (G-PON): spécification de la couche de convergence de transmission

1 Domaine d'application

La présente Recommandation est destinée:

- à décrire les réseaux à accès flexible au moyen de la technique des fibres optiques. L'accent porte principalement sur un réseau à services supports comprenant les services du RTC, les services de données, les services vidéo, les services de ligne louée et les services distribués;
- à décrire les caractéristiques d'un réseau optique passif (PON, *passive optical network*) ayant la capacité de transporter divers services entre l'interface utilisateur-réseau et l'interface de nœud de service;
- à viser plus particulièrement la technique des fibres optiques. La technique des fils de cuivre utilisée dans les systèmes hybrides est décrite ailleurs, par exemple dans la normalisation xDSL;
- à couvrir les questions de convergence de transmission (TC, *transmission convergence*) entre l'interface de nœud de service et l'interface utilisateur-réseau;
- à traiter des spécifications relatives au format de trame, à la méthode de commande d'accès au support de transmission, à la méthode de télémétrie, à la fonctionnalité de flux OAM et à la sécurité dans les réseaux G-PON.

2 Références normatives

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

- [1] Norme IEEE 802.3-2002, *Information technology – Telecommunication and Information Exchange Between Systems – LAN/MAN – Specific Requirements – Part 3: Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) Access Method and Physical Layer Specifications*.
- [2] Recommandation UIT-T G.983.1 (1998), *Systèmes d'accès optique à large bande basés sur un réseau optique passif*.
- [3] Recommandation UIT-T G.983.4 (2001), *Système d'accès optique à large bande avec capacité de service accrue par assignation dynamique de largeur de bande*.
- [4] Recommandation UIT-T G.983.5 (2002), *Système d'accès optique à large bande avec capacité de survie améliorée*.
- [5] Recommandation UIT-T I.432.1 (1999), *Interface utilisateur-réseau du RNIS-LB – Spécification de la couche physique: caractéristiques générales*.
- [6] Recommandation UIT-T I.361 (1999), *Spécifications de la couche ATM du RNIS à large bande*.

- [7] Recommandation UIT-T G.803 (2000), *Architecture des réseaux de transport à hiérarchie numérique synchrone*.
- [8] Recommandation UIT-T G.704 (1998), *Structures de trame synchrone utilisées aux niveaux hiérarchiques de 1544, 6312, 2048, 8448 et 44 736 kbit/s*.
- [9] Recommandation UIT-T G.707/Y.1322 (2003), *Interface de nœud de réseau pour la hiérarchie numérique synchrone*.
- [10] Recommandation UIT-T G.984.1 (2003), *Réseaux optiques passifs gigabitaires: caractéristiques générales*.
- [11] Recommandation UIT-T G.984.2 (2003), *Réseaux optiques passifs gigabitaires: spécification de la couche dépendante du support physique*.
- [12] Federal Information Processing Standard 197, *Advanced Encryption Standard, National Institute of Standards and Technology, U.S. Department of Commerce, November 26, 2001*.

3 Définitions

La présente Recommandation définit les termes suivants:

3.1 réseau optique passif à large bande (B-PON, *broadband passive optical network*): système de transmission optique à large bande de point à multipoint. Les réseaux B-PON peuvent transporter en transparence tout type de données, par exemple des données vocales, données vidéo, données IP, etc. Le réseau B-PON est en mesure de transporter les données quel que soit le type de trame de liaison de données (c'est-à-dire non seulement les trames du mode ATM original mais également les trames HDLC, Ethernet, etc.).

3.2 plan C/M: plan qui gère les informations de commande et de gestion pour un système G-PON. Les données situées à l'interface OMCI sont transférées par l'intermédiaire de ce plan.

3.3 attribution dynamique de largeur de bande (DBA, *dynamic bandwidth assignment*): processus par lequel des unités ONU (et leurs conteneurs T-CONT associés) demandent dynamiquement de la largeur de bande en amont (implicitement ou explicitement) et méthode par laquelle la terminaison OLT réassigne en conséquence la largeur de bande en amont des unités ONU, par surveillance des cellules de bourrage à la terminaison OLT ou par signalisation aux terminaisons OLT de l'état des mémoires tampons des unités ONU.

3.4 flux OAM imbriqué: flux fournissant des fonctionnalités OAM chronocritiques consistant en attributions, en changements de clé aux fins de la sécurité et en fonctionnalités associées à l'assignation DBA.

3.5 procédure générique de tramage (GFP, *generic framing procedure*): méthode de verrouillage et d'encapsulation de trames qui peut être appliquée à tous les types de données. Elle a été normalisée par l'UIT-T.

3.6 mode d'encapsulation dans un réseau G-PON (GEM, *G-PON encapsulation mode*): méthode qui encapsule des données dans un réseau G-PON. Bien que tous les types de données puissent être encapsulés, les types réels dépendent de la situation des services. Le mode GEM fournit des communications en mode connexion comme en mode ATM. Le concept et le format du verrouillage de trames sont similaires à la procédure générique de tramage (GFP).

3.7 réseau optique passif gigabitaire (G-PON, *gigabit passive optical network*): les réseaux G-PON sont des systèmes de transmission optique à large bande de point à multipoint, qui peuvent transporter tout type de données au moyen de fonctionnalités en mode ATM ou en mode GEM (encapsulation dans un réseau G-PON).

3.8 sous-couche de verrouillage des trames de convergence GTC: sous-couche de la couche de convergence TC d'un réseau G-PON. Cette sous-couche est chargée de reconnaître le verrouillage et le cadrage de chaque portion de données.

3.9 assignation DBA sans signalisation d'état (assignation DBA avec NSR): invocation de l'assignation de largeur de bande sans avoir besoin d'émettre la signalisation correspondante à partir de l'unité ONU tout en assurant l'assignation dynamique par surveillance du trafic au niveau de la terminaison OLT proprement dite.

3.10 réseau d'accès optique (OAN, *optical access network*): ensemble des liaisons d'accès qui se partagent les mêmes interfaces côté réseau et qui sont prises en charge par des systèmes de transmission optique d'accès. Le réseau OAN peut comprendre un certain nombre de réseaux ODN connectés à la même terminaison OLT.

3.11 réseau de distribution optique (ODN, *optical distribution network*): réseau qui effectue le transport optique entre la terminaison OLT et ses unités ONU associées. Il utilise des composants optiques passifs.

3.12 terminaison de ligne optique (OLT, *optical line termination*): terminaison qui assure l'interface avec le côté réseau du réseau OAN et qui est connectée à un ou plusieurs réseaux ODN.

3.13 terminaison de réseau optique (ONT, *optical network termination*): terminaison qui assure l'interface avec le côté abonné du réseau OAN et qui est connectée à un seul réseau ODN. Une terminaison ONT est utilisée pour la fibre FTTH et comprend la fonction de point d'accès utilisateur. Du point de vue de la couche TC d'un réseau G-PON, terminaison ONT et unité ONU sont identiques.

3.14 unité de réseau optique (ONU, *optical network unit*): unité qui assure (directement ou à distance) l'interface côté utilisateur du réseau OAN et qui est connectée au réseau ODN. Du point de vue de la fonction de convergence TC d'un réseau G-PON, terminaison ONT et unité ONU sont identiques.

3.15 flux OAM de couche Physique (PLOAM, *physical layer OAM*): flux qui assure des fonctionnalités de gestion de réseau PON telles que la télémétrie, l'activation d'unité ONU, l'établissement de canal OMCC et le transfert des alarmes.

3.16 point d'accès: unité de multiplexage d'un conteneur T-CONT par le mode GEM. Un ou plusieurs points d'accès sont spécifiés pour chaque conteneur T-CONT. Les données sont transférées entre OLT et ONU par l'intermédiaire des points d'accès. En mode ATM, un point d'accès correspond à un conduit virtuel ou à une voie virtuelle (VP/VC). Chaque point d'accès est identifié par un identificateur Port-ID spécifié en mode GEM.

3.17 télémétrie: méthode de mesure de la distance logique entre chaque unité ONU et sa terminaison OLT associée, permettant de déterminer le rythme de transmission de façon que les cellules émises en amont par différentes unités ONU sur le même réseau ODN n'entrent pas en collision.

3.18 assignation DBA avec signalisation d'état (assignation DBA avec SR): assignation de largeur de bande conformément à la signalisation issue de l'unité ONU.

3.19 sous-couche d'adaptation de convergence de transmission: partie de la couche TC d'un réseau G-PON qui est chargée de filtrer les données transférées conformément à l'identificateur VPI/VCI ou à l'identificateur Port-ID. En outre, à l'interface OMCI, cette sous-couche absorbe l'ajournement entre les interfaces OMCI en modes ATM et GEM afin d'offrir une unité d'interface OMCI commune.

3.20 conteneurs de transmission (conteneurs T-CONT): conteneurs utilisés pour la gestion de l'assignation de largeur de bande en amont dans la section de réseau PON de la couche de convergence de transmission. Les conteneurs T-CONT sont principalement utilisés afin d'améliorer l'utilisation de la largeur de bande en amont sur le réseau PON:

- les conteneurs T-CONT transportent des connexions VPC/VCC en mode ATM et/ou des points d'accès en mode GEM et signalent l'état de leur mémoire tampon à leur terminaison OLT associée;
- les conteneurs T-CONT reçoivent dynamiquement de la terminaison OLT des attributions identifiées par un identificateur d'attribution;
- un même conteneur T-CONT peut transporter du trafic ATM ou GEM avec diverses classes de service;
- un conteneur T-CONT peut intégrer une ou plusieurs files d'attente physiques et les agréger en une seule mémoire logique;
- un rapport d'état de conteneur DBA-T-CONT résume l'état de la mémoire logique de ce conteneur T-CONT;
- un conteneur T-CONT est une entité de transport située dans la couche TC, qui transfère en transparence des informations d'entrée à sortie de couche supérieure;
- les informations traversant un conteneur T-CONT restent inchangées sauf si une dégradation se produit au cours du processus de transfert;
- une attribution de données est associée à un et un seul conteneur T-CONT. Les conteneurs T-CONT apparaissent physiquement dans le matériel et dans le logiciel d'une unité ONU.

3.21 convergence de transmission (TC): couche positionnée entre le support physique de transmission et les clients d'un réseau G-PON. La couche TC se compose d'une sous-couche de verrouillage des trames de convergence GTC et d'une sous-couche d'adaptation de convergence de transmission.

3.22 plan U: plan qui traite les données d'utilisateur dans un système G-PON. Le plan U assure la communication entre clients ATM et clients GEM.

4 Abréviations

La présente Recommandation utilise les abréviations suivantes:

AAL	couche d'adaptation ATM (<i>ATM adaptation layer</i>)
ABR	débit binaire disponible (<i>available bit rate</i>)
AES	norme de cryptage perfectionné (<i>advanced encryption standard</i>)
AF	fonction d'adaptation (<i>adaptation function</i>)
Alen	longueur (de partition) en mode ATM (<i>ATM (partition) length</i>)
Alloc-ID	identificateur d'attribution (<i>allocation identifier</i>)
AN	nœud d'accès (<i>access node</i>)
ANI	interface avec un nœud d'accès (<i>access node interface</i>)
APON	réseau optique passif ATM (<i>ATM over passive optical network</i>)
APS	commutateur de protection automatique (<i>automatic protection switching</i>)
ATC	capacités de transfert en mode ATM (<i>ATM transfer capabilities</i>)
ATM	mode de transfert asynchrone (<i>asynchronous transfer mode</i>)
AVC	modification de valeur d'attribut (<i>attribute value change</i>)

BCH	Bose-Chaudhuri-Hocquengham
BER	taux d'erreur sur les bits (<i>bit error ratio</i>)
BIP	parité à entrelacement de bits (<i>bit interleaved parity</i>)
Blen	longueur de la trame d'affectation de largeur de bande (<i>BWmap length</i>)
B-PON	réseau optique passif à large bande (<i>broadband passive optical network</i>)
BW	largeur de bande (<i>bandwidth</i>)
BWmap	trame d'affectation de largeur de bande (<i>bandwidth map</i>)
CBR	débit binaire constant (<i>constant bit rate</i>)
CES	service d'émulation de circuit (<i>circuit emulation service</i>)
CID	chiffre consécutif identique (<i>consecutive identical digit</i>)
CPE	erreur de phase de cellule (<i>cell phase error</i>)
CPL	changement du niveau de puissance (<i>change power level</i>)
CRC	contrôle de redondance cyclique (<i>cyclic redundancy check</i>)
DACT	désactivation (ONU-ID) (<i>deactivate (ONU-ID)</i>)
DBA	attribution dynamique de largeur de bande (<i>dynamic bandwidth assignment</i>)
DBR	débit binaire déterministe (<i>deterministic bit rate</i>)
DBRu	signalisation dynamique de largeur de bande en amont (<i>dynamic bandwidth report upstream</i>)
DF	échec de désactivation (<i>deactivate failure</i>)
DG	expiration (<i>dying gasp</i>)
DIS	désactivé (numéro de série d'unité ONU) (<i>disabled (ONU serial number)</i>)
DOW	dérive de fenêtre (<i>drift of window</i>)
DS	en aval (<i>downstream</i>)
DSL	ligne d'abonné numérique (<i>digital subscriber line</i>)
EMS	système de gestion d'élément (<i>element management system</i>)
E/O	électrique/optique
EqD	retard d'égalisation (<i>equalization delay</i>)
FEC	correction d'erreur directe (<i>forward error correction</i>)
FTTB	fibres au bâtiment (<i>fiber to the building</i>)
FTTB/C	fibres au bâtiment/trottoir (<i>fiber to the building/curb</i>)
FTTBusiness	fibres à l'entreprise (<i>fiber to the business</i>)
FTTC	fibres au trottoir (<i>fiber to the curb</i>)
FTTCab	fibres au coffret de raccordement (<i>fiber to the cabinet</i>)
FTTH	fibres au domicile (<i>fiber to the home</i>)
GEM	mode d'encapsulation dans un réseau G-PON (<i>G-PON encapsulation method</i>)
GFR	débit de trame garanti (<i>guaranteed frame rate</i>)

GPM	(dépendant du) support physique de transmission dans un réseau G-PON (<i>G-PON physical media (dependent)</i>)
G-PON	réseau optique passif gigabinaire (<i>gigabit passive optical network</i>)
GTC	convergence de transmission dans un réseau G-PON (<i>G-PON transmission convergence</i>)
HEC	contrôle d'erreur dans l'en-tête (<i>header error control</i>)
IP	protocole Internet (<i>Internet protocol</i>)
LAN	réseau local (<i>local area network</i>)
LCD	délimitation avec perte de cellules (<i>loss of cell delineation</i>)
LCDA	perte de cadrage de canal en mode ATM (<i>loss of channel delineation for ATM</i>)
LCDG	perte de cadrage de canal en mode GEM (<i>loss of channel delineation for GEM</i>)
LCF	champ de commande du laser (<i>laser control field</i>)
LIM	module d'interface de ligne (<i>line interface module</i>)
LOA	perte d'acquittement (<i>loss of acknowledgement</i>)
LOAM	perte de flux OAM (<i>loss of OAM</i>)
LOF	perte de trame (<i>loss of frame</i>)
LOS	perte de signal (<i>loss of signal</i>)
LSB	bit de plus faible poids (<i>least significant bit</i>)
LT	terminal de ligne (<i>line terminal</i>)
MAC	commande d'accès au support (<i>media access control</i>)
ME	entité gérée (<i>managed entity</i>)
MEM	message d'erreur de message (<i>message error message</i>)
MIB	base d'informations de gestion (<i>management information base</i>)
MIS	discordance (de liaison) (<i>(link) mismatch</i>)
MSB	bit de plus fort poids (<i>most significant bit</i>)
NMS	système de gestion de réseau (<i>network management system</i>)
NRZ	non-retour à zéro
NSR	non-indication d'état (<i>non status reporting</i>)
NT	terminaison de réseau (<i>network termination</i>)
O/E	optique/électrique
OAM	gestion, exploitation et maintenance (<i>operations, administration and maintenance</i>)
OAN	réseau d'accès optique (<i>optical access network</i>)
ODF	répartiteur optique (<i>optical distribution frame</i>)
ODN	réseau de distribution optique (<i>optical distribution network</i>)
OLT	terminaison de ligne optique (<i>optical line termination</i>)
OMCC	canal de gestion et commande d'unité ONU (<i>ONU management and control channel</i>)

OMCI	interface de gestion et commande d'unité ONU (<i>ONU management and control interface</i>)
ONT	terminaison de réseau optique (<i>optical network termination</i>)
ONU	unité de réseau optique (<i>optical network unit</i>)
ONU-ID	identificateur d'unité ONU (<i>ONU identifier</i>)
OpS	système d'exploitation (<i>operations system</i>)
PCBd	bloc de commande physique en aval (<i>physical control block downstream</i>)
PCR	débit cellulaire de crête (<i>peak cell rate</i>)
PDU	unité de données protocolaire (<i>protocol data unit</i>)
PDH	hiérarchie numérique plésiochrone (<i>plesiochronous digital hierarchy</i>)
PEE	erreur d'équipement physique (<i>physical equipment error</i>)
PHY	interface physique (<i>physical interface</i>)
Plend	longueur de charge utile en aval (<i>payload length downstream</i>)
PLI	indicateur de longueur de charge utile (<i>payload length indicator</i>)
PLOAM	flux OAM de couche Physique (<i>physical layer OAM</i>)
PLOAMd	flux PLOAM en aval (<i>PLOAM downstream</i>)
PLOAMu	flux PLOAM en amont (<i>PLOAM upstream</i>)
PLOu	surdébit de couche Physique en amont (<i>physical layer overhead upstream</i>)
PLSu	séquence de réglage du niveau de puissance en amont (<i>power levelling sequence upstream</i>)
PMD	dépendant du support physique (<i>physical media dependent</i>)
PON	réseau optique passif (<i>passive optical network</i>)
Port-ID	identificateur de point d'accès (<i>port identifier</i>)
PRBS	séquence binaire pseudo-aléatoire (<i>pseudo-random bit sequence</i>)
PST	trace de section de réseau PON (<i>PON section trace</i>)
Psync	synchronisation physique (<i>physical synchronization</i>)
PTI	indicateur de type de charge utile (<i>payload type indicator</i>)
QS	qualité de service
RAU	unité de demande d'accès (<i>request access unit</i>)
RDI	indication de défaut distant (<i>remote defect indication</i>)
REI	indication d'erreur distante (<i>remote error indication</i>)
RMS	écart quadratique moyen (<i>root mean square</i>)
RNIS	réseau numérique à intégration de services
RNIS-LB	réseau numérique à intégration de services à large bande
RS	Reed Solomon
RTC	réseau téléphonique commuté
RTD	temps de propagation aller et retour (<i>round trip delay</i>)

RTPC	réseau téléphonique public commuté
RXCF	champ de commande du récepteur (<i>receiver control field</i>)
SBR	débit binaire statistique (<i>statistical bit rate</i>)
SCR	débit cellulaire soutenu (<i>sustained cell rate</i>)
SD	dégradation du signal (<i>signal degrade</i>)
SDH	hiérarchie numérique synchrone (<i>synchronous digital hierarchy</i>)
SDU	unité de données du service (<i>service data unit</i>)
SF	défaillance du signal (<i>signal fail</i>)
SN	numéro de série (<i>serial number</i>)
SNI	interface de nœud de service (<i>service node interface</i>)
SR	indication d'état (<i>status reporting</i>)
SUF	défaillance du démarrage (<i>start up failure</i>)
TC	convergence de transmission (<i>transmission convergence</i>)
T-CONT	conteneur de transmission (<i>transmission container</i>)
TDMA	accès multiple par répartition dans le temps (<i>time division multiple access</i>)
TE	équipement terminal (<i>terminal equipment</i>)
TF	panne d'émetteur (<i>transmitter failure</i>)
UBR	débit binaire non spécifié (<i>unspecified bit rate</i>)
UNI	interface utilisateur-réseau (<i>user network interface</i>)
UPC	commande des paramètres côté utilisation (<i>usage parameter control</i>)
US	en amont (<i>upstream</i>)
VBR	débit binaire variable (<i>variable bit rate</i>)
VC	voie virtuelle (<i>virtual channel</i>)
VCC	connexion de voie virtuelle (<i>virtual channel connection</i>)
VCI	identificateur de voie virtuelle (<i>virtual channel identifier</i>)
VP	conduit virtuel (<i>virtual path</i>)
VPC	connexion de conduit virtuel (<i>virtual path connection</i>)
VPI	identificateur de conduit virtuel (<i>virtual path identifier</i>)
WDM	multiplexage par répartition en longueurs d'onde (<i>wavelength division multiplexing</i>)

5 Conventions

Les informations citées dans l'ensemble de la présente Recommandation sont présentées comme indiqué dans les paragraphes suivants afin d'augmenter la lisibilité.

5.1 Terminaison ONT et unité ONU

Le paragraphe 4/G.983.1 a défini la terminaison ONT et l'unité ONU. Cependant, du point de vue fonctionnel de la couche TC d'un réseau G-PON, ces éléments sont identiques. La présente Recommandation utilise le terme "ONU" afin de les indiquer, sauf remarques spécifiques contraires.

5.2 Relation entre la méthode de verrouillage des trames d'un service de transmission de données et le mode GEM

Du point de vue de la structure des trames, le mode d'encapsulation dans un réseau G-PON (GEM, *G-PON encapsulation method*) est similaire aux autres méthodes de verrouillage des trames d'un service de transmission de données. Cependant, le mode GEM est imbriqué dans la section de réseau PON et est indépendant du type d'interface SNI avec la terminaison OLT ou des types d'interface UNI avec les unités ONU, comme représenté dans la Figure 5-1.

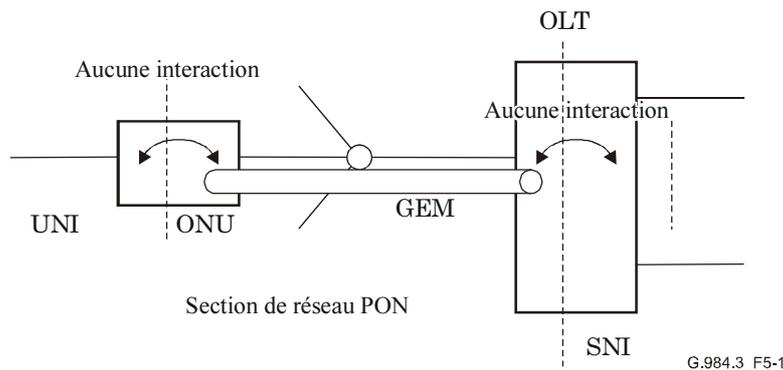


Figure 5-1/G.984.3 – Mode GEM imbriqué

5.3 Architecture de multiplexage

La présente Recommandation présente deux mécanismes de multiplexage: en mode ATM et en mode GEM. Ces concepts sont résumés dans les Figures 5-2 et 5-3.

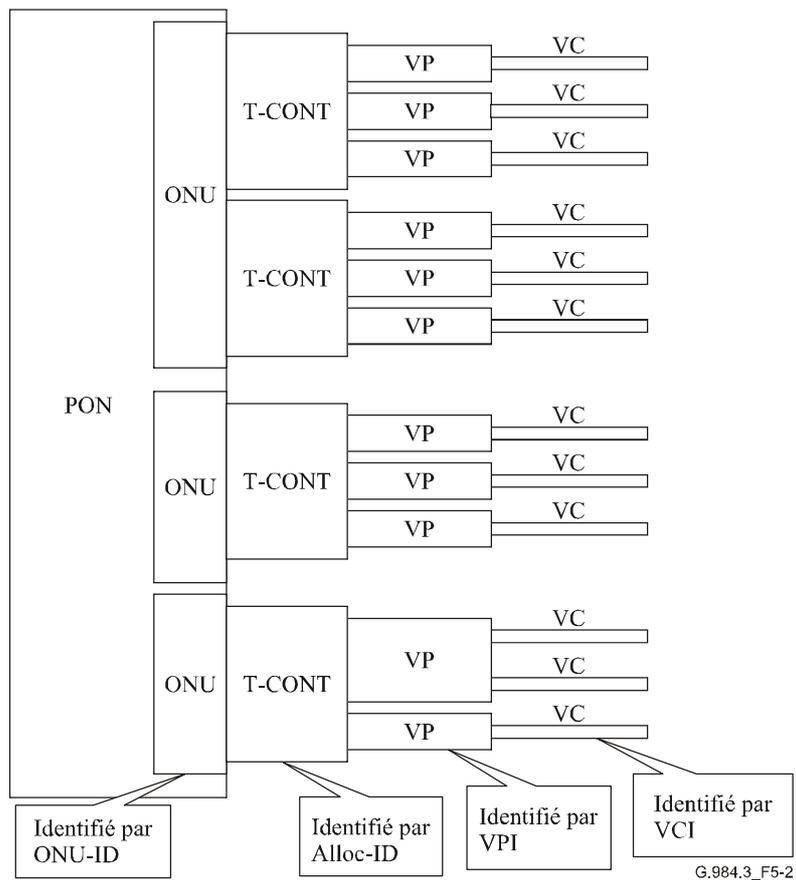


Figure 5-2/G.984.3 – Multiplexage dans le service en mode ATM

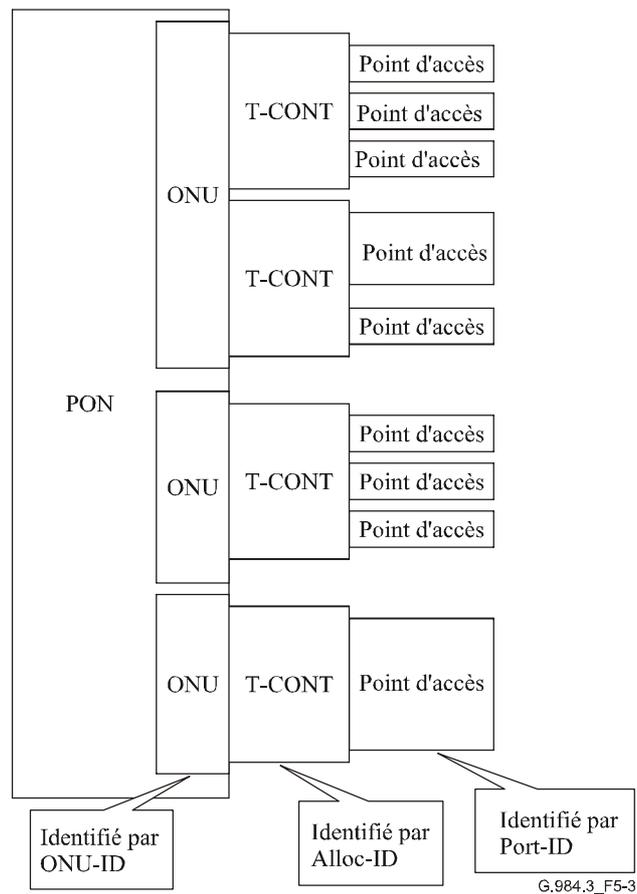


Figure 5-3/G.984.3 – Multiplexage dans le service en mode GEM

Dans la couche TC d'un réseau G-PON, un conteneur T-CONT, qui est identifié par Alloc-ID, est l'unité de commande de base. Le concept de point d'accès identifié par un identificateur Port-ID sert à multiplexer des flux de trafic dans un conteneur T-CONT du service en mode GEM. Les concepts de conduits virtuels/circuits virtuels identifiés par identificateurs VPI/VCI servent à multiplexer des flux de trafic dans le service en mode ATM.

Des configurations mixtes (dans les deux modes) sont également possibles, comme représenté dans les Figures 5-4 et 5-5.

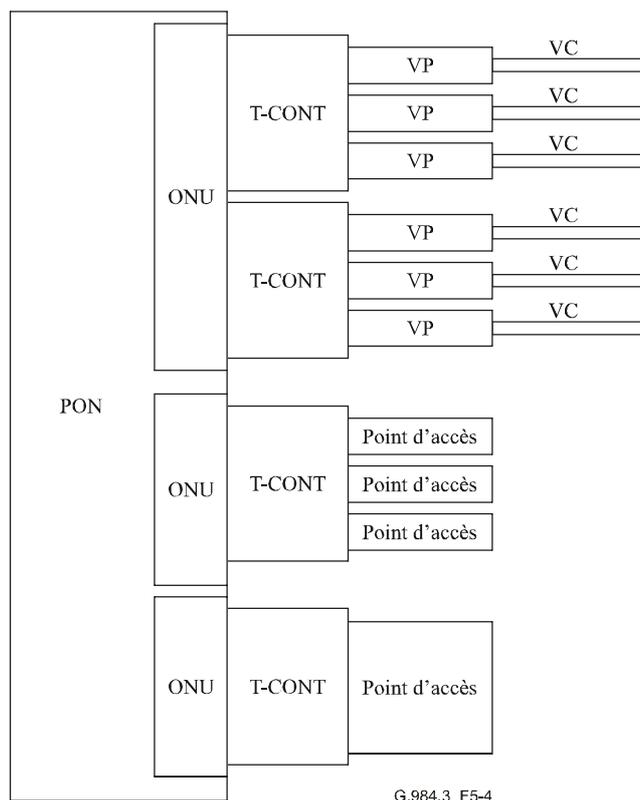


Figure 5-4/G.984.3 – Multiplexage mixte dans un même réseau PON

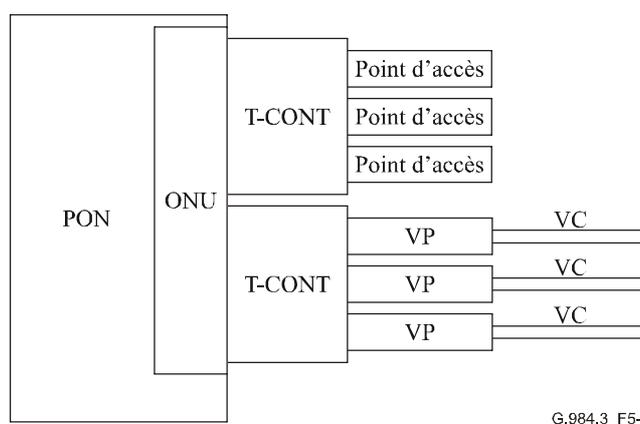


Figure 5-5/G.984.3 – Multiplexage mixte dans une même unité ONU

6 Architecture du système G-PON

6.1 Architecture du réseau

L'architecture d'un réseau G-PON est la même que dans le cas du réseau B-PON spécifié au § 5.1/G.983.1.

6.2 Référence configuration

Les points de référence sont les mêmes que dans le cas du réseau B-PON spécifiés au § 5.2/G.983.1. Des informations spécifiques sont résumées comme suit pour les systèmes G-PON conformes à la Rec. UIT-T G.984.1.

Le système G-PON prend en charge les débits en émission asymétriques ci-après:

- 0,15552 Gbit/s en amont – 1,24416 Gbit/s en aval
- 0,62208 Gbit/s en amont – 1,24416 Gbit/s en aval
- 1,24416 Gbit/s en amont – 1,24416 Gbit/s en aval
- 0,15552 Gbit/s en amont – 2,48832 Gbit/s en aval
- 0,62208 Gbit/s en amont – 2,48832 Gbit/s en aval
- 1,24416 Gbit/s en amont – 2,48832 Gbit/s en aval
- 2,48832 Gbit/s en amont – 2,48832 Gbit/s en aval

Cependant, ce système ne peut pas assurer l'interconnexion avec les débits de 0,15552 Gbit/s et 0,62208 Gbit/s en amont et/ou en aval et avec le débit de 1,24416 Gbit/s en aval, conformément aux spécifications du réseau B-PON.

La Figure 6-1 montre la configuration d'un système G-PON qui se compose d'une terminaison OLT, d'unités ONU, d'un séparateur de faisceau optique et de fibres. La fibre optique connectée à la terminaison OLT se subdivise en jusqu'à 64 fibres au niveau du séparateur de faisceau optique et les fibres subdivisées sont connectées à des unités ONU. La couche dépendante du support physique utilisée pour le réseau G-PON est spécifiée dans la Rec. UIT-T G.984.2.

Dans la couche TC d'un réseau G-PON, la portée logique maximale est définie comme étant de 60 km, tandis que la distance différentielle maximale le long des fibres entre la plus éloignée et la plus proche des unités ONU est de 20 km. Cette distance différentielle est restreinte de façon que la largeur de la fenêtre de télémétrie ne soit pas étendue au-delà de ce qui est autorisé par les normes de qualité de service. En ce qui concerne le rapport de partage optique, la couche TC prend en charge jusqu'à 128 points de partage optique en attendant une future évolution des modules optiques.

Le système G-PON prend en charge tous les services définis dans la Rec. UIT-T G.984.1. La couche de convergence GTC prend en charge le transport du signal d'horloge à 8 kHz ainsi qu'un signal de référence à 1 kHz fourni par la terminaison OLT à l'unité ONU au moyen d'un signal de commande. La fonction de capacité de survie d'un réseau G-PON, qui augmente la fiabilité des réseaux d'accès, est disponible et facultative comme décrit dans la Rec. UIT-T G.984.1. La couche TC transporte donc des informations de trace PST. En raison de la nature sélective du réseau PON, les trames en aval nécessitent un certain type de mécanisme de sécurité au niveau de la couche TC.

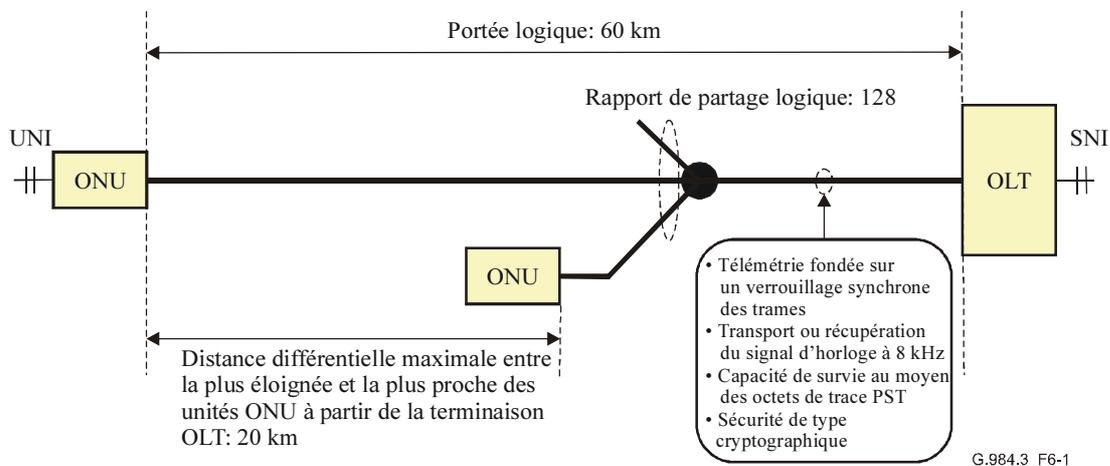


Figure 6-1/G.984.3 – Configuration d'un système G-PON

6.3 Domaine d'application des types de terminaison OLT et d'unité ONU connectables

Les terminaisons OLT et les unités ONU sont classées en plusieurs types, par exemple en modes ATM, GEM et mixte. La présente Recommandation autorise tous les types d'équipement; cependant, il y a une considération à formuler sur les combinaisons exploitables de ces types. Le Tableau 6-1 montre toutes les combinaisons, celles qui sont interexploitables étant repérées par la lettre "X". Il n'y a pas de modes obligatoires de prise en charge des terminaisons OLT et des unités ONU. L'interopérabilité sera gérée par l'implémentation du déploiement.

Tableau 6-1/G.984.3 – Domaine d'application des modes pris en charge dans les terminaisons OLT et dans les unités ONU

		Terminaisons OLT		
		GEM	Mixte	ATM
Unités ONU	GEM	X	X	N/A
	Mixte	X	X	X
	ATM	N/A	X	X

6.4 Blocs fonctionnels

Un système G-PON se compose de trois composants: terminaisons OLT, unités ONU et réseau ODN. Le présent paragraphe fournit des directives de configuration typiques pour chaque composant.

6.4.1 Terminaison de ligne optique (OLT)

La terminaison OLT est connectée au réseau commuté par l'intermédiaire d'interfaces normalisées. Du côté distribution, elle offre des interfaces d'accès optique conformes à la présente norme et à d'autres normes relatives aux réseaux G-PON, en termes de débit binaire, de bilan de liaison, de gigue, etc.

La terminaison OLT se compose de trois fonctions principales:

- fonction d'interface avec le point d'accès au service;
- fonction de brassage;
- fonction d'interface avec le réseau de distribution optique (ODN).

Les principaux modules constitutifs de la terminaison OLT seront décrits dans les paragraphes suivants. La Figure 6-2 décrit le schéma fonctionnel typique d'une terminaison OLT.

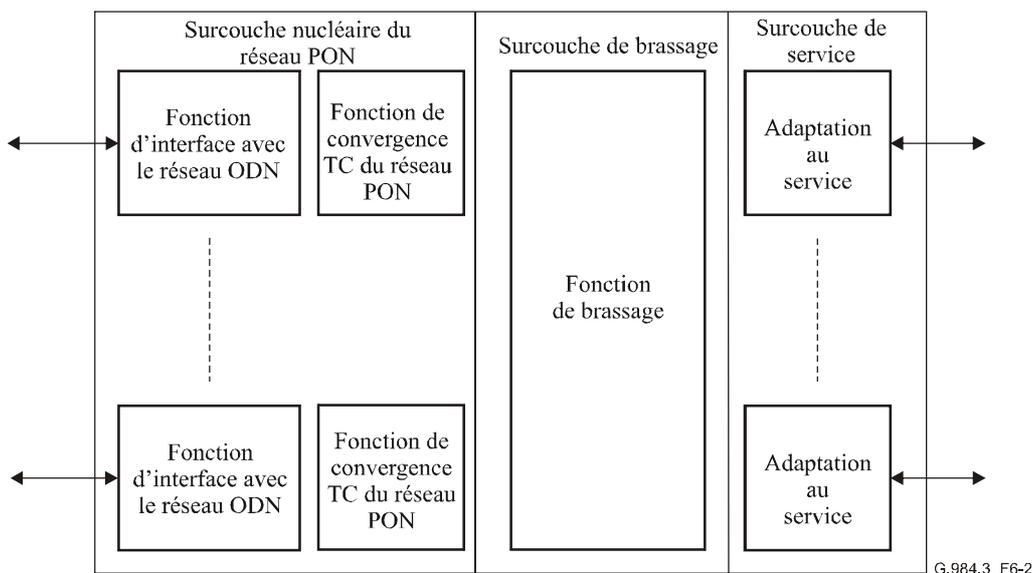


Figure 6-2/G.984.3 – Schéma fonctionnel d'une terminaison OLT

1) *Surcouche nucléaire d'un réseau PON*

Ce bloc se compose de deux parties: la fonction d'interface avec le réseau ODN spécifiée dans la Rec. UIT-T G.984.2 et la fonction de convergence TC du réseau PON spécifiée dans la présente Recommandation. La fonction de convergence TC du réseau PON comprend le verrouillage des trames, la commande d'accès au support de transmission, le flux OAM, l'attribution DBA et le cadrage des unités de données protocolaires (PDU, *protocol data unit*) pour la fonction de brassage et pour la gestion des unités ONU. Chaque fonction de convergence TC d'un réseau PON sélectionne un seul mode: ATM, GEM ou mixte.

2) *Surcouche de brassage*

La surcouche de brassage offre une voie de communication entre la surcouche nucléaire du réseau PON et la surcouche de service. Les techniques permettant de connecter cette voie dépendent des services, de l'architecture interne de la terminaison OLT et d'autres facteurs. La terminaison OLT offre une capacité de brassage selon le mode choisi: GEM, ATM ou mixte.

3) *Surcouche de service*

Cette surcouche assure la conversion entre les interfaces de service et l'interface des trames de convergence TC de la section de réseau PON.

6.4.2 Unité de réseau optique (ONU)

Les modules fonctionnels qui constituent l'unité ONU du réseau G-PON sont le plus souvent similaires aux modules fonctionnels qui constituent la terminaison OLT. Comme l'unité ONU fonctionne au moyen d'une seule interface avec le réseau PON (ou au moyen d'au plus 2 interfaces aux fins de la protection), la fonction de brassage peut être omise. Cependant, au lieu de cette fonction, une fonction de multiplexage et de démultiplexage du service est spécifiée afin de traiter le trafic. La configuration type d'une unité ONU est représentée dans la Figure 6-3. Chaque fonction de convergence TC d'un réseau PON sélectionne un seul mode: ATM, GEM ou mixte.

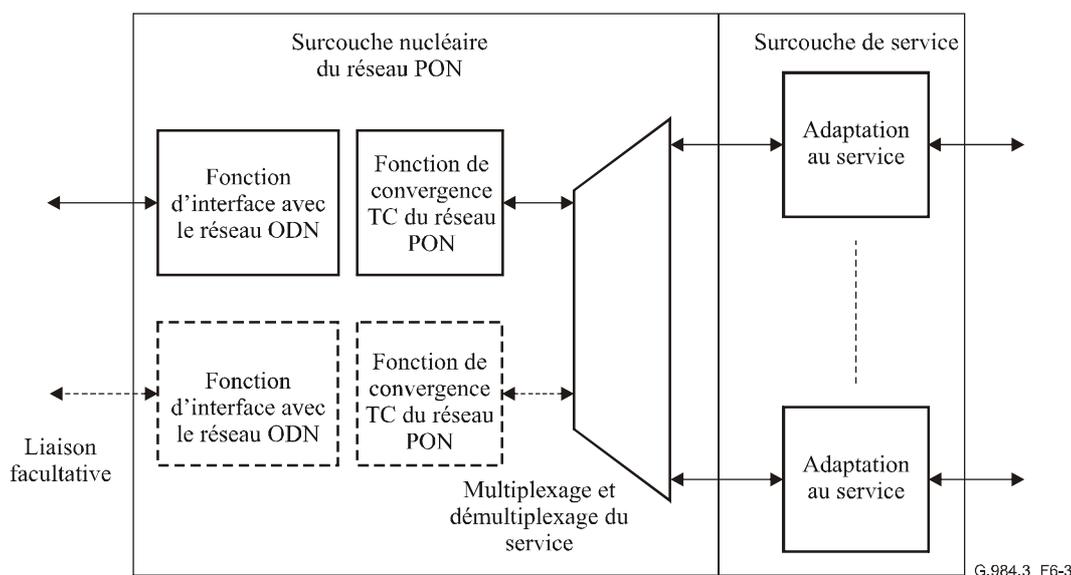


Figure 6-3/G.984.3 – Schéma fonctionnel d'une unité ONU

6.4.3 Réseau de distribution optique (ODN)

Ce composant établit une connexion entre une terminaison OLT et une ou plusieurs des unités ONU utilisant un dispositif optique passif. Les fonctionnalités détaillées sont décrites dans le § 5.6/G.983.1

6.5 Interopérabilité entre réseaux G-PON et B-PON

Le système G-PON spécifié dans la présente Recommandation ne peut pas assurer l'interopérabilité avec le système B-PON spécifié dans la Rec. UIT-T G.983.1 et dans d'autres Recommandations, même si le mode de base ATM est utilisé avec les valeurs de débit binaire qui sont mentionnées dans les spécifications du réseau B-PON.

7 Aperçu général de la convergence GTC

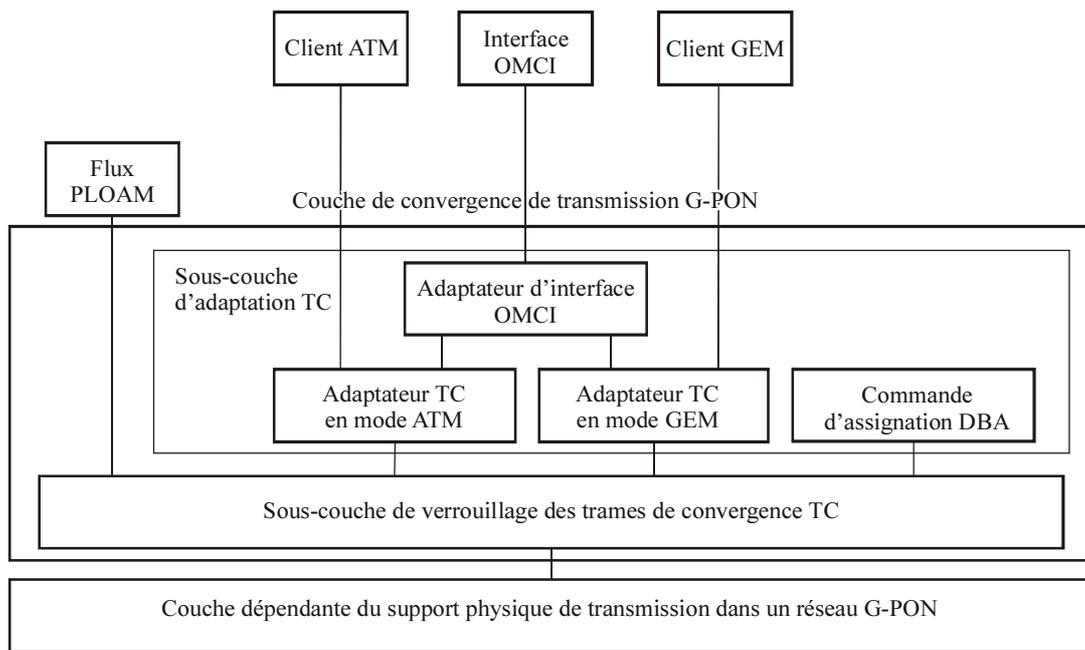
7.1 Aperçu général

Le présent paragraphe décrit l'architecture de la couche TC dans le système G-PON. La Figure 7-1 montre la pile de protocoles dans le système global de couche de convergence TC d'un réseau G-PON (GTC). La couche GTC se compose de deux sous-couches: la sous-couche de verrouillage des trames de convergence GTC et la sous-couche d'adaptation de convergence de transmission. D'un autre point de vue, la couche GTC se compose d'un plan C/M qui gère les flux de trafic d'utilisateur, la sécurité et les caractéristiques de flux OAM et d'un plan U qui transporte le trafic d'utilisateur. Comme représenté dans la Figure 7-1, la partition en mode ATM, la partition en mode GEM et la partition du flux OAM imbriqué et du flux PLOAM sont reconnues dans la sous-couche de verrouillage des trames de convergence GTC en fonction de leur emplacement dans une trame GTC. Seul le flux OAM imbriqué aboutit à cette sous-couche afin de la contrôler, parce que les informations de flux OAM imbriqué sont imbriquées directement dans l'en-tête de trame GTC. Les informations de flux PLOAM sont traitées au niveau du bloc PLOAM implanté comme client de cette sous-couche. Les unités de données du service (SDU, *service data unit*) contenues dans les partitions en modes ATM et GEM sont converties à partir/à destination des unités de données protocolaires des modes ATM et GEM dans chaque sous-couche d'adaptation, respectivement. En outre, ces unités PDU comprennent les données de canal d'interface OMCI. Ces données sont également reconnues dans cette sous-couche et sont échangées à partir/à destination de l'entité d'interface OMCI. Le flux OAM imbriqué, le flux PLOAM et l'interface OMCI sont classés dans les

plans C/M. Les unités SDU sont classées dans le plan U, à l'exception des données d'interface OMCI sur partitions en modes ATM et GEM.

La couche de verrouillage des trames de convergence GTC possède une visibilité globale sur toutes les données émises et la couche de verrouillage des trames de convergence GTC des terminaisons OLT est une homologue directe de toutes les couches de verrouillage des trames de convergence GTC des unités ONU.

En outre, le bloc de commande d'assignation DBA est spécifié comme étant un bloc fonctionnel commun. Actuellement, ce bloc prend en charge l'ensemble des assignations DBA signalées aux unités ONU.



G.984.3_F7-1

Figure 7-1/G.984.3 – Pile de protocoles pour le système de convergence GTC

Le présent paragraphe décrit l'architecture de ces plans, la relation entre ces plans, les caractéristiques fonctionnelles du système de convergence GTC et les opérations centrées sur ce système.

Dans le système de convergence GTC, terminaisons OLT et unités ONU n'ont pas toujours deux modes. La détermination des modes qui sont pris en charge est appelée au moment de l'installation du système. L'unité ONU signale sa prise en charge fondamentale des modes ATM ou GEM au moyen du message relatif au numéro de série. Si la terminaison OLT est capable de s'interfacer avec au moins un seul des modes offerts, elle procède à l'établissement du canal d'interface OMCI et l'équipement en unités ONU est découvert de la façon habituelle. S'il y a discordance, l'unité ONU est télémessurée mais déclarée incompatible avec le système d'exploitation auxiliaire.

7.2 Pile de protocoles pour plans C/M

Les plans de commande et de gestion (C/M) contenus dans le système de convergence GTC se composent de trois parties: le flux OAM imbriqué, le flux PLOAM et l'interface OMCI. Les canaux des flux OAM imbriqué et PLOAM gèrent les fonctions des couches PMD et GTC. L'interface OMCI fournit un système uniforme de gestion des couches supérieures (qui définissent le service).

Le canal de flux OAM imbriqué est alimenté par les informations formatées dans un champ de l'en-tête des trames de convergence GTC. Ce canal offre une voie à faible latence aux informations de commande urgentes, parce que chaque information élémentaire est définitivement mappée dans un champ spécifique de l'en-tête des trames de convergence GTC. Les fonctions qui utilisent ce canal sont les suivantes: attribution de largeur de bande, changement de clé et signalisation d'attribution dynamique de largeur de bande. Les spécifications particulières de ce canal sont décrites au § 8 dans le cadre de l'explication des trames de convergence GTC.

Le canal de flux PLOAM est un système formaté en messages transportés dans un espace spécialisé des trames de convergence GTC. Ce canal sert à toutes les autres informations de gestion de couche PMD et GTC qui ne sont pas émises au moyen du canal de flux OAM imbriqué. Les messages de ce canal de flux OAM sont formatés de façon similaire à celle qui est indiquée dans la Rec. UIT-T G.983.1. Les spécifications particulières sont décrites au § 9.

Le canal d'interface OMCI sert à gérer les couches définissant le service qui se trouvent au-dessus de la couche de convergence GTC. En tant que tel, il est techniquement hors du domaine d'application de la présente Recommandation. Cependant, la couche GTC doit toujours offrir une interface de transport pour ce trafic. Il existe deux options pour ce transport: le mode ATM ou le mode GEM. La fonction de couche GTC permet de configurer ces canaux facultatifs afin de correspondre aux capacités de l'équipement, y compris la spécification des identificateurs de flux du protocole de transport (identificateur VPI/VCI ou identificateur Port-ID). La présente Recommandation indique le format et le mécanisme de transfert dans le canal d'interface OMCI. La structure détaillée des informations est indiquée dans la Recommandation relative à l'interface OMCI du réseau G-PON.

Les blocs fonctionnels dans les plans C/M sont représentés par la Figure 7-2. La totalité de l'assignation DBA signalée à l'unité ONU est spécifiée dans les plans C/M. Cependant, comme elle est facultative, elle n'est pas représentée dans cette figure.

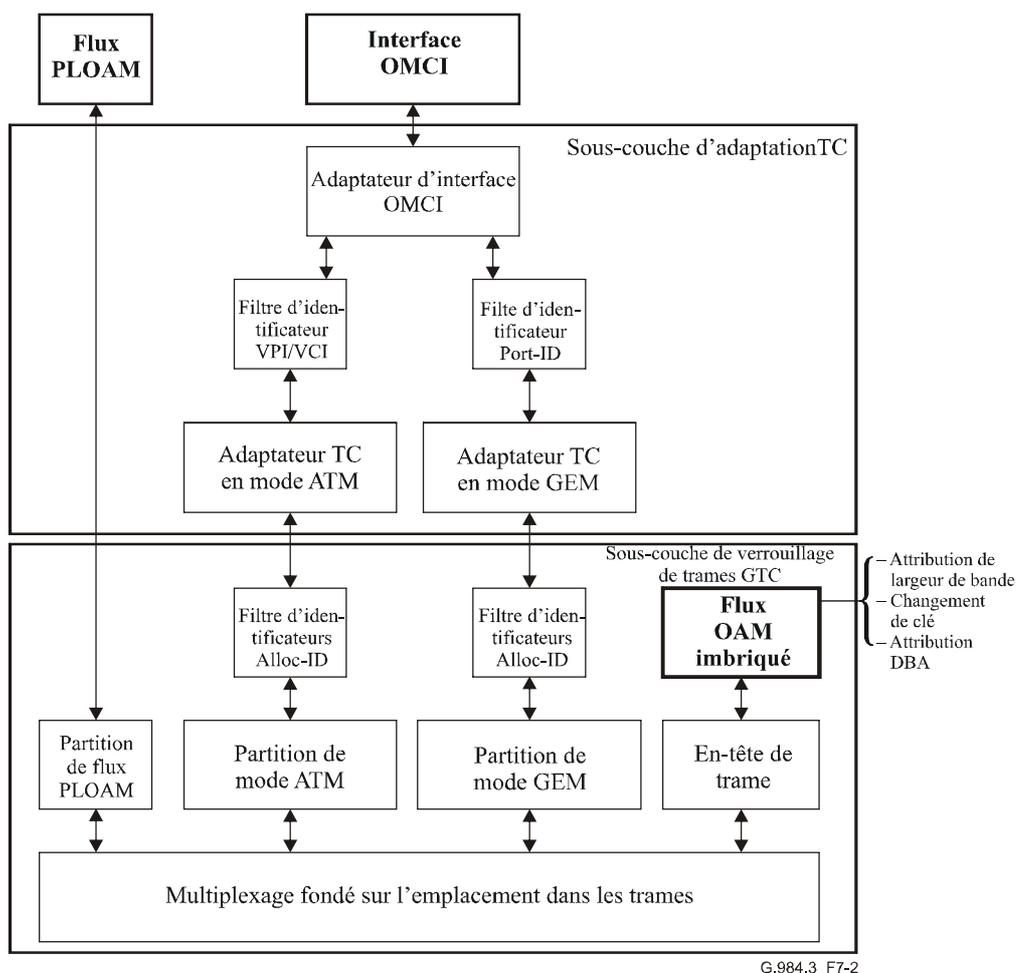
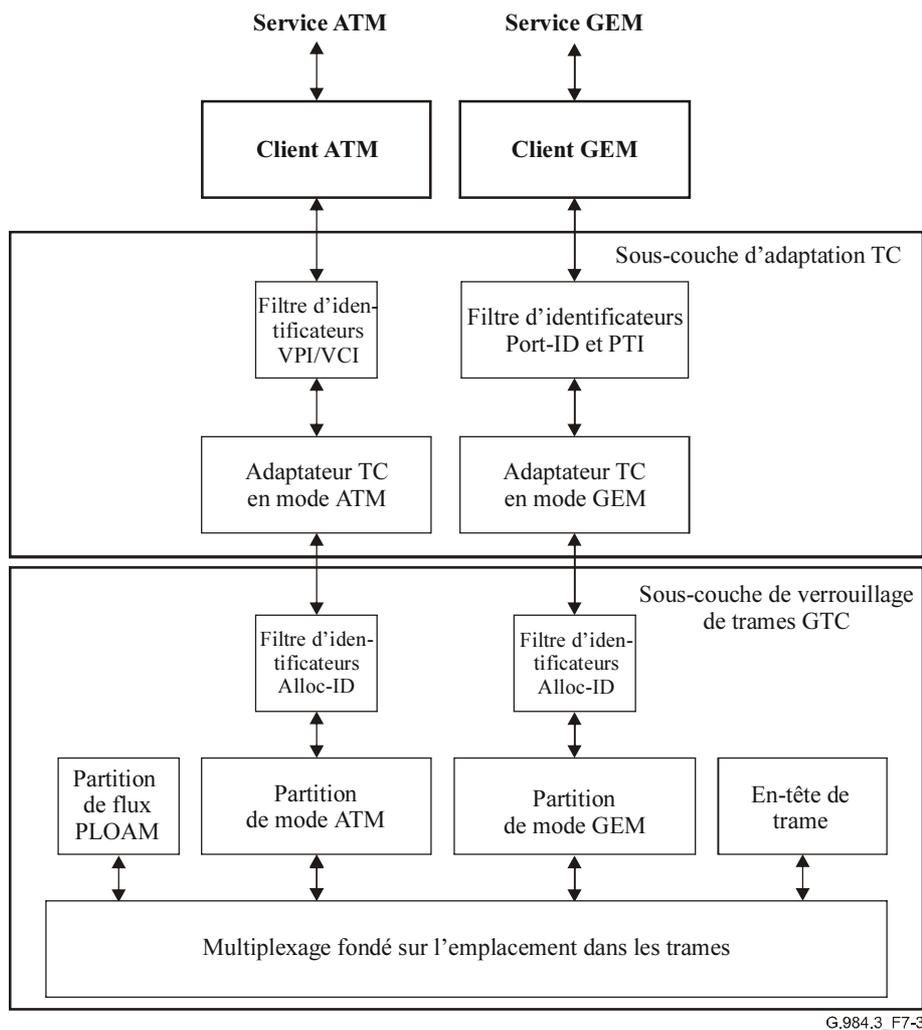


Figure 7-2/G.984.3 – Blocs fonctionnels dans les plans C/M

7.3 Pile de protocoles pour le plan U

Les flux de trafic dans le plan U sont identifiés par leur type de trafic (mode ATM ou GEM) et par leur identificateur de point d'accès (Port-ID) ou de conduit virtuel (VPI). La Figure 7-3 résume cette identification par type de trafic et par identificateur de point d'accès/de conduit virtuel. Le type de trafic est implicitement indiqué par le type de transport des données: au moyen d'une partition en aval ou au moyen d'un identificateur d'attribution (Alloc-ID) en amont. L'identificateur Port-ID de 12 bits sert à identifier le flux dans le cas du trafic en mode GEM. L'identificateur VPI sert à identifier les flux dans le cas du trafic en mode ATM. En outre, le concept de conteneur T-CONT - tel que spécifié dans la Rec. UIT-T G.983.4 est introduit. Un conteneur T-CONT est repéré par l'identificateur Alloc-ID et est une unité composite pour des flux de trafic. L'assignation de largeur de bande et la commande de qualité QS sont effectuées dans chaque conteneur T-CONT par attribution de largeur de bande au moyen de la détermination d'un nombre variable d'intervalles de temps. Il est noté que les trafics encapsulés dans les modes ATM et GEM ne peuvent pas être insérés dans un même conteneur T-CONT et ne peuvent pas avoir le même identificateur Alloc-ID.



G.984.3_F7-3

Figure 7-3/G.984.3 – Pile de protocoles pour le plan U et identification par partition et identificateur Port-ID ou VPI

Les opérations dans chaque type de trafic sont résumées comme suit.

1) *Mode ATM dans la couche de convergence GTC*

En aval, les cellules sont transportées dans la partition ATM et arrivent à toutes les unités ONU. La sous-couche de verrouillage des trames de l'unité ONU extrait les cellules et l'adaptateur de couche TC au mode ATM filtre les cellules sur la base de leur identificateur VPI. Seules les cellules ayant les identificateurs VPI appropriés sont autorisées à passer vers la fonction client ATM.

En amont, le trafic ATM est transporté par un ou plusieurs conteneurs T-CONT. Chaque conteneur T-CONT est associé au seul trafic en mode ATM ou GEM, de sorte qu'il n'y a pas d'ambiguïté de multiplexage. La terminaison OLT reçoit la transmission associée au conteneur T-CONT identifié par Alloc-ID et les cellules sont réexpédiées à l'adaptateur de convergence TC en mode ATM, puis au client ATM.

2) *Mode GEM dans la couche de convergence GTC*

En aval, les trames GEM sont transportées dans la partition GEM et arrivent à toutes les unités ONU. La sous-couche de verrouillage des trames de l'unité ONU extrait les trames et l'adaptateur de convergence TC en mode GEM filtre les cellules sur la base de leur identificateur Port-ID à 12 bits. Seules les trames ayant l'identificateur Port-ID approprié sont autorisées à passer vers la fonction client du mode GEM.

En amont, le trafic en mode GEM est transporté par un ou plusieurs conteneurs T-CONT. Chaque conteneur T-CONT est associé au seul trafic en mode ATM ou GEM, de sorte qu'il n'y a pas d'ambiguïté de multiplexage. La terminaison OLT reçoit la transmission associée au conteneur T-CONT et les trames sont réexpédiées à l'adaptateur de convergence TC en mode GEM, puis au client GEM.

7.4 Fonctions clés du système de convergence GTC

Le présent paragraphe résume deux importantes fonctions du système de convergence GTC.

7.4.1 Flux de commande d'accès au support de transmission

Le système de convergence GTC fournit la commande d'accès au support de transmission pour le trafic en amont. Dans le concept de base, les trames aval indiquent les emplacements autorisés pour le trafic amont dans les trames amont synchronisées avec les trames aval.

Le concept de commande d'accès au support de transmission dans ce système est illustré par la Figure 7-4. La terminaison OLT envoie des pointeurs dans le bloc PCBd et ces pointeurs indiquent l'instant auquel chaque unité ONU peut commencer et finir son émission en amont. De cette façon, une seule unité ONU peut accéder au support à tout instant et il n'y a pas de concurrence en fonctionnement normal. Les pointeurs sont exprimés en nombres d'octets, ce qui permet à la terminaison OLT de commander le support avec une granularité statique égale à 64 kbit/s en termes de largeur de bande équivalente. Cependant, certaines implémentations de la terminaison OLT peuvent choisir un réglage des valeurs de pointeur à une granularité plus importante et obtenir une commande fine de largeur de bande par programmation dynamique dans le temps.

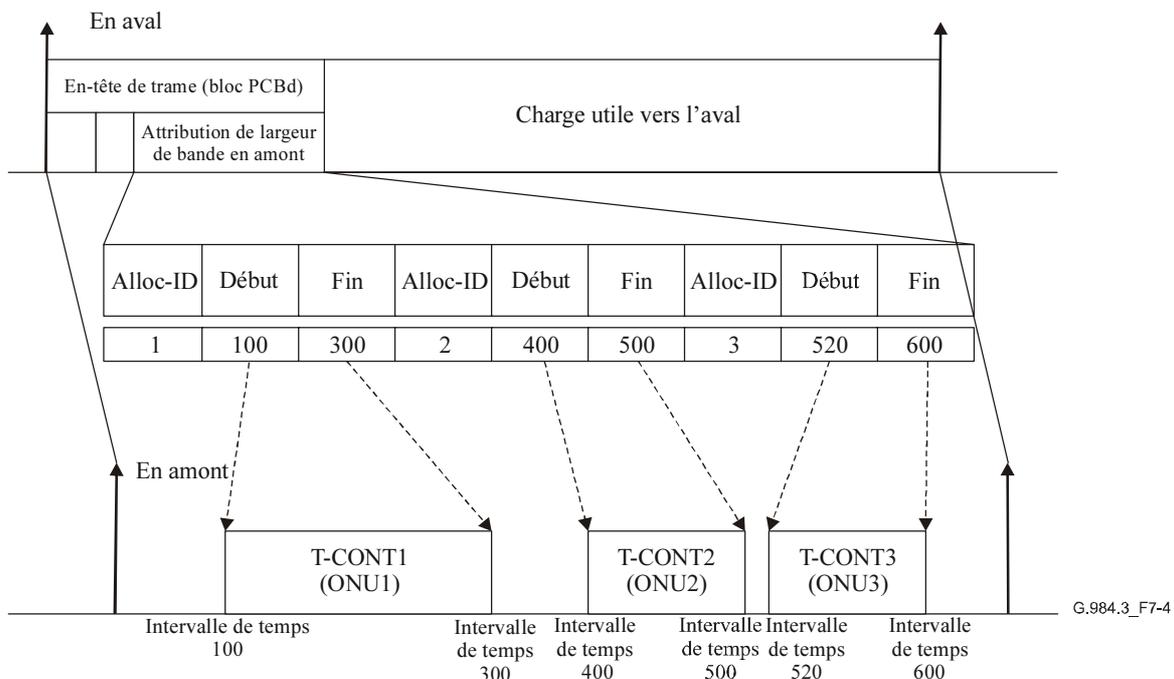


Figure 7-4/G.984.3 – Concept de commande d'accès au support de convergence de transmission TC dans la couche GTC (un seul conteneur T-CONT par unité ONU)

Cette commande d'accès au support de transmission est effectuée dans chaque conteneur T-CONT mais, afin de clarifier ce concept, la Figure 7-4 décrit les opérations dans le cas où une seule unité ONU a un seul conteneur T-CONT. Les opérations détaillées sont décrites au § 8.

7.4.2 Enregistrement d'unité ONU

L'enregistrement d'unité ONU est effectué dans la procédure d'autodécouverte, selon deux méthodes. Dans le cas de la méthode A, le numéro de série de l'unité ONU est enregistré à la terminaison OLT par le système de gestion (par exemple NMS et/ou EMS). Dans le cas de la méthode B, le numéro de série de l'unité ONU n'est pas enregistré à la terminaison OLT par le système de gestion. On trouvera de plus amples détails dans le § 10.

7.5 Fonctions des sous-couches dans la couche de convergence GTC

7.5.1 Aperçu général de la sous-couche de verrouillage des trames de convergence GTC

La sous-couche de verrouillage des trames de convergence GTC a trois fonctionnalités comme suit.

1) *Multiplexage et démultiplexage*

Les portions PLOAM, ATM et GEM sont multiplexées dans une trame TC aval conformément aux informations de cadrage indiquées dans l'en-tête de trame. Chaque portion est extraite d'un flux amont conformément à un indicateur d'en-tête.

2) *Création et décodage d'en-tête*

L'en-tête de trame TC est créé et formaté dans une trame aval. L'en-tête d'une trame amont est décodé. En outre, l'imbrication du flux OAM est effectuée.

3) *Fonction de routage interne d'après l'identificateur Alloc-ID*

Le routage d'après l'identificateur Alloc-ID est effectué pour les données à partir/à destination des adaptateurs de convergence TC en modes ATM et GEM.

7.5.2 Aperçu général de la sous-couche d'adaptation GTC et de ses interfaces avec les entités des couches supérieures

La sous-couche d'adaptation offre trois adaptateurs de convergence de transmission, à savoir un adaptateur de convergence TC en mode ATM, un adaptateur de convergence TC en mode GEM et un adaptateur d'interface OMCI. Les adaptateurs de convergence TC en modes ATM et GEM délimitent les unités PDU des modes ATM et GEM à partir de chaque partition de la sous-couche de verrouillage des trames de convergence GTC et insèrent ces unités PDU dans chaque partition.

Ces adaptateurs offrent les interfaces suivantes aux entités des couches supérieures.

1) *Interface avec le mode ATM*

La sous-couche de verrouillage des trames de convergence GTC et l'adaptateur associé de convergence TC en mode ATM offrent une interface normalisée avec le mode ATM spécifié dans la Rec. UIT-T I.432.1 pour les services en mode ATM. En général, les entités de couche ATM ordinaires peuvent être utilisées comme clients ATM.

2) *Interfaces avec le mode GEM*

L'adaptateur de convergence TC en mode GEM peut être configuré de façon à adapter ces trames à diverses interfaces de transport de trames.

En outre, ces adaptateurs reconnaissent le canal d'interface OMCI conformément à des identificateurs VPI/VCI spécifiques dans le cas du mode ATM et à des identificateurs de point d'accès (Port-ID) spécifiques dans le cas du mode GEM. L'adaptateur d'interface OMCI peut échanger des données de canal d'interface OMCI avec des adaptateurs de convergence TC en modes ATM et GEM. L'adaptateur d'interface OMCI accepte des données issues de ces adaptateurs de convergence de transmission et les transfère à l'entité d'interface OMCI. D'autre part, il transfère des données à partir de l'entité d'interface OMCI vers ces adaptateurs de convergence de transmission.

7.5.3 Aperçu général du flux PLOAM

La sous-couche de verrouillage des trames de convergence GTC fournit une interface pour l'échange des messages PLOAM qui sont définis au § 9.

7.6 Flux de trafic et qualité QS

Le présent paragraphe décrit les relations entre la couche GTC et les flux de trafic d'utilisateur, ainsi que les caractéristiques de qualité QS dans un réseau PON régi par couche GTC.

7.6.1 Relations entre couche GTC et données d'utilisateur contrôlées

1) *Service en mode ATM*

En général, le système de convergence GTC concerne la gestion du trafic de conteneurs T-CONT. Chaque conteneur T-CONT est identifié par un identificateur Alloc-ID et peut contenir un ou plusieurs conduits virtuels (VP), lesquels peuvent contenir une ou plusieurs voies virtuelles (VC, *virtual channel*). La terminaison OLT surveille la charge de trafic sur chaque conteneur T-CONT et effectue des ajustements en fonction des attributions de largeur de bande afin de répartir au mieux les ressources du réseau PON. Le système de convergence GTC ne respecte ni ne conserve les relations de qualité QS des conduits ou voies virtuels sous-jacents: c'est aux clients ATM situés à chaque extrémité du réseau PON qu'il appartient de le faire.

2) *Service en mode GEM*

En général, le système de convergence GTC concerne la gestion du trafic de conteneurs T-CONT. Chaque conteneur T-CONT est identifié par un identificateur Alloc-ID et peut contenir un ou plusieurs identificateurs de point d'accès en mode GEM. La terminaison OLT surveille la charge de trafic sur chaque conteneur T-CONT et effectue des ajustements en fonction des attributions de largeur de bande afin de répartir au mieux les ressources du réseau PON. Le système de convergence GTC ne respecte ni ne conserve les relations de qualité QS des conduits ou voies virtuels sous-jacents: c'est aux clients GEM situés à chaque extrémité du réseau PON qu'il appartient de le faire.

7.6.2 Concept d'attribution des ressources

Les ressources sont attribuées dynamiquement ou statiquement à chaque liaison logique. Dans le cas de l'attribution dynamique des ressources, une terminaison OLT recherche le niveau d'encombrement en examinant la signalisation d'assignation DBA de l'unité ONU et/ou par autosurveillance du trafic entrant. La terminaison peut alors attribuer des ressources adéquates. En bref, la couche GTC fournit la même capacité que l'assignation DBA avec et sans signalisation d'état (SR/NSR) spécifiée dans la Rec. UIT-T G.983.4. Les fonctionnalités clés contenues dans la spécification d'assignation DBA pour le réseau G-PON sont insérées dans les fonctionnalités de la Rec. UIT-T G.983.4 comme représenté par le Tableau 7-1.

Tableau 7-1/G.984.3 – Relation de fonctionnalités entre l'assignation DBA dans un réseau G-PON et la Rec. UIT-T G.983.4

	Assignation DBA dans un réseau G-PON	Assignation DBA dans un réseau B-PON (G.983.4)
Unité de commande	T-CONT	T-CONT
Identification de conteneur T-CONT	Alloc-ID	Code d'attribution
Unité de signalisation	Cellule ATM pour ATM Bloc de longueur fixe (valeur par défaut: 48 octets) en mode GEM	Cellule ATM
Mécanisme de signalisation	Les signalisations d'état du champ de flux OAM imbriqué (la signalisation DBRu) en mode 0 et d'état du type de conteneur T-CONT sont les méthodes par défaut. La signalisation DBRu en modes 1 et 2, ainsi que l'ensemble de la signalisation d'assignation DBA d'une unité ONU sont des méthodes facultatives.	Mini intervalle de temps
Procédure de négociation	Interface OMCI du réseau G-PON	Flux PLOAM (G.983.4) et interface OMCI (G.983.7)

En cas d'attribution statique, une terminaison OLT doit assigner la largeur de bande conformément aux ressources préconfigurées, comme décrit dans la Rec. UIT-T G.983.1.

7.6.3 Garantie de qualité QS

Diverses qualités QS sont fournies par les fonctionnalités d'assignation DBA ainsi que par la Rec. UIT-T G.983.4. La couche TC d'un réseau G-PON spécifie cinq types de conteneur T-CONT (tels que les types 1, 2, 3, 4 et 5) ayant les mêmes caractéristiques que les types de conteneur T-CONT spécifiés dans la Rec. UIT-T G.983.4. Le cas du mode ATM est pleinement compatible avec la Rec. UIT-T G.983.4. Une connexion VCC ou VPC mise en forme par plusieurs descripteurs de trafic peut être transportée par un seul type de conteneur T-CONT conformément aux prescriptions de qualité QS. Ce système de mappage est géré par les opérateurs.

En cas de mode GEM, la "cellule ATM" est remplacée par le "bloc de longueur fixe" défini au § 7.7.2. Ce cas est également compatible avec la Rec. UIT-T G.983.4 sauf pour ce qui précède. Dans le cas du mode GEM, les connexions GEM identifiées par leur point d'accès peuvent être mises en forme par certains descripteurs de trafic, qui sont à l'étude. Elles peuvent également être transportées par un seul type de conteneur T-CONT.

7.7 Spécification d'assignation DBA

Le présent paragraphe décrit la spécification d'assignation DBA pour le réseau G-PON. L'assignation DBA dans un réseau G-PON en mode ATM est la même que dans la Rec. UIT-T G.983.4 sauf en ce qui concerne les questions de gestion, telles que la procédure de négociation. L'assignation DBA dans un réseau G-PON en mode GEM adopte aussi la même architecture que dans la Rec. UIT-T G.983.4 en tant que méthode par défaut. En bref, même quand des paquets de longueur variable sont pris en charge en mode GEM, ces paquets sont normalisés par le bloc de données de longueur fixe lors des opérations d'assignation DBA. En bref, le nombre de blocs est appliqué au nombre de cellules selon la Rec. UIT-T G.983.4.

7.7.1 Prescriptions relatives à l'assignation DBA

L'assignation DBA dans un réseau G-PON devrait offrir les fonctionnalités déjà spécifiées dans la Rec. UIT-T G.983.4 pour les modes ATM et GEM. En bref, les fonctionnalités d'assignation DBA sont déployées dans chaque conteneur T-CONT. Ces fonctionnalités sont subdivisées comme suit:

- 1) détection du niveau d'encombrement par la terminaison OLT et/ou ONU;
- 2) signalisation du niveau d'encombrement à la terminaison OLT;
- 3) actualisation de la largeur de bande attribuée par la terminaison OLT conformément à des paramètres préconfigurés;
- 4) émission des attributions par la terminaison OLT conformément à l'actualisation de la largeur de bande et aux types de conteneur T-CONT;
- 5) questions de gestion relatives aux opérations d'assignation DBA.

Concernant les aspects de qualité QS, l'assignation DBA dans un réseau G-PON devrait offrir la même capacité de garantie de qualité QS que la Rec. UIT-T G.983.4, qui offre cinq types de conteneur T-CONT.

7.7.2 Types de conteneur T-CONT et paramètres opérationnels

Lors de l'assignation DBA dans un réseau G-PON, cinq types de conteneur T-CONT (1, 2, 3, 4 et 5) sont spécifiés. Chaque type de conteneur T-CONT est caractérisé par les paramètres opérationnels spécifiés dans le § 8.3.5.10.2.2/G.983.4. Cependant, l'expression unitaire des paramètres opérationnels est spécifiée comme suit:

ATM: en nombre de cellules comme spécifié dans la Rec. UIT-T G.983.4;

GEM: en nombre de blocs de longueur fixe.

Dans le mode GEM, la longueur de bloc est négociée par l'interface OMCI du réseau G-PON et la valeur par défaut est 48 octets.

7.7.3 Aperçu général des opérations d'assignation DBA

Lors des opérations d'assignation DBA, il y a deux modes: SR (indication d'état)-DBA et NSR (non-indication d'état)-DBA dans chaque conteneur T-CONT. Comme la fonction d'indication d'assignation DBA est facultative pour l'unité ONU, toutes les combinaisons d'équipement peuvent être prises en considération. Toutes les terminaisons OLT doivent prendre en charge les deux systèmes: indication d'état et non-indication d'état, de façon que toutes les unités ONU reçoivent un certain niveau de fonctionnalité d'assignation DBA. Ces modes sont spécifiés en termes de capacité de l'unité ONU comme dans le Tableau 7-2 et de situation du service.

Tableau 7-2/G.984.3 – Résumé de chaque mode des opérations d'assignation DBA

	Unité ONU avec SR	Unité ONU avec NSR
Terminaison OLT avec assignation DBA	Assignation DBA avec SR et/ou NSR	Assignation DBA avec SR

Les opérations dans chaque mode sont résumées comme suit.

- 1) *Assignation DBA avec SR*

Afin de signaler le niveau d'encombrement des conteneurs T-CONT, quand un conteneur T-CONT envoie en amont des données à partir de l'unité ONU vers la terminaison OLT, le nombre de cellules ou de blocs se trouvant dans le tampon de ce conteneur T-CONT est réglé dans le champ d'assignation DBA de la signalisation DBRu, ou par une autre méthode. Si la terminaison OLT ne souhaite pas permettre la transmission de données amont à un conteneur T-CONT, cette terminaison OLT peut attribuer du temps à la seule

signalisation DBRu ou à une autre méthode. Cependant, même si la terminaison OLT reçoit la signalisation, elle ne l'applique pas toujours à l'actualisation de la largeur de bande. D'autre part, si un conteneur T-CONT ne peut pas signaler le nombre de cellules ou de blocs qui sont mémorisés dans son tampon pour certaines raisons, il répond à la terminaison OLT par un code non valide dans le champ d'assignation DBA. La Figure 7-5 résume ces opérations. Dans ce mode, la transmission du champ d'assignation DBA est obligatoire si la terminaison OLT la demande, parce que si le champ d'assignation DBA est absent, le format des données amont ne peut pas être reconnu.

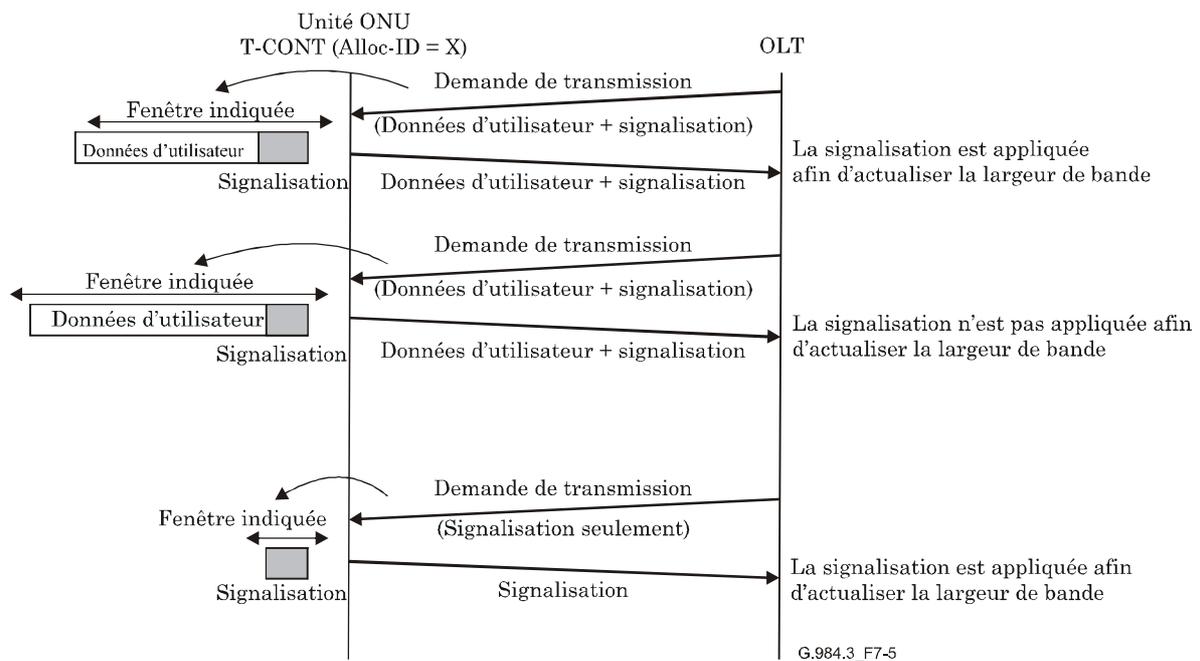


Figure 7-5/G.984.3 – Résumé de l'assignation DBA avec indication d'état (SR)

2) Assignation DBA avec NSR

La terminaison OLT reconnaît le niveau d'encombrement de chaque conteneur T-CONT par autosurveillance des flux de trafic entrant. Dans ce mode, le champ d'assignation DBA contenu dans la signalisation DBRu ne sera jamais envoyé, car la terminaison OLT ne devrait jamais demander celle-ci. Dans le cas exceptionnel où la terminaison OLT demande effectivement la signalisation DBRu, l'unité ONU doit toujours l'envoyer, bien que son contenu soit ignoré par la terminaison OLT.

7.7.4 Aspect relatif à la gestion

Afin d'exploiter l'assignation DBA, certains paramètres devraient être configurés ou négociés par des fonctionnalités de gestion permettant à la terminaison OLT et à l'unité ONU de convenir du mode d'exploitation de l'assignation DBA et de répondre correctement aux demandes émises par l'une ou par l'autre. Tous les paramètres d'assignation DBA devraient être configurés ou négociés par l'interface OMCI du réseau G-PON.

8 Trame de couche de convergence TC-GTC

La Figure 8-1 montre la structure d'une trame de couche de convergence TC-GTC dans les sens aval et amont. La trame aval se compose du bloc de commande physique en aval (PCBd), de la partition ATM et de la partition GEM. La trame amont se compose de multiples rafales de transmission. Chaque rafale amont contient au moins le surdébit de couche Physique (PLOu). En plus de la charge utile, il peut également contenir les sections de flux PLOAMu, de séquence PLSu et de signalisation DBRu. La trame aval fournit la référence temporelle commune pour le réseau PON, ainsi que la signalisation de commande centralisée pour l'amont.

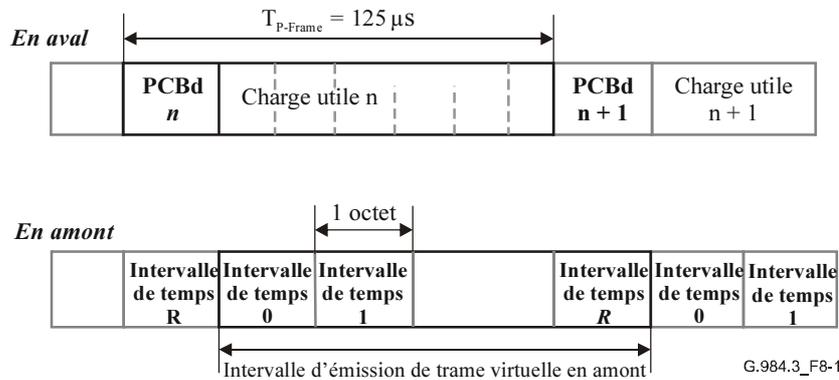


Figure 8-1/G.984.3 – Structure de trame de couche de convergence TC-GTC

Le concept de commande d'accès au support de transmission dans ce système est illustré dans la Figure 8-2.

NOTE – L'arrangement des champs dans la Figure 8-2 est simplifié aux fins de l'illustration. Voir les Figures ci-dessous pour une description complète des champs et de leur fonction.

La terminaison OLT envoie des pointeurs dans le bloc PCBd et ces pointeurs indiquent l'instant auquel chaque unité ONU peut commencer et finir son émission en amont. De cette façon, une seule unité ONU peut accéder au support à un instant donné et il n'y a pas de concurrence en fonctionnement normal. Les pointeurs sont indiqués en unités d'octets, ce qui permet à la terminaison OLT de commander le support avec une granularité statique de largeur de bande équivalente de 64 kbit/s. Cependant, certaines implémentations de la terminaison OLT peuvent choisir de régler la largeur des pointeurs et des intervalles de temps à une plus grande valeur de granularité et d'obtenir une commande fine de la largeur de bande au moyen d'une programmation dynamique dans le temps. Noter que, tandis que la Figure 8-2 montre le cas où les pointeurs sont émis en ordre ascendant, cela n'est pas une prescription du protocole.

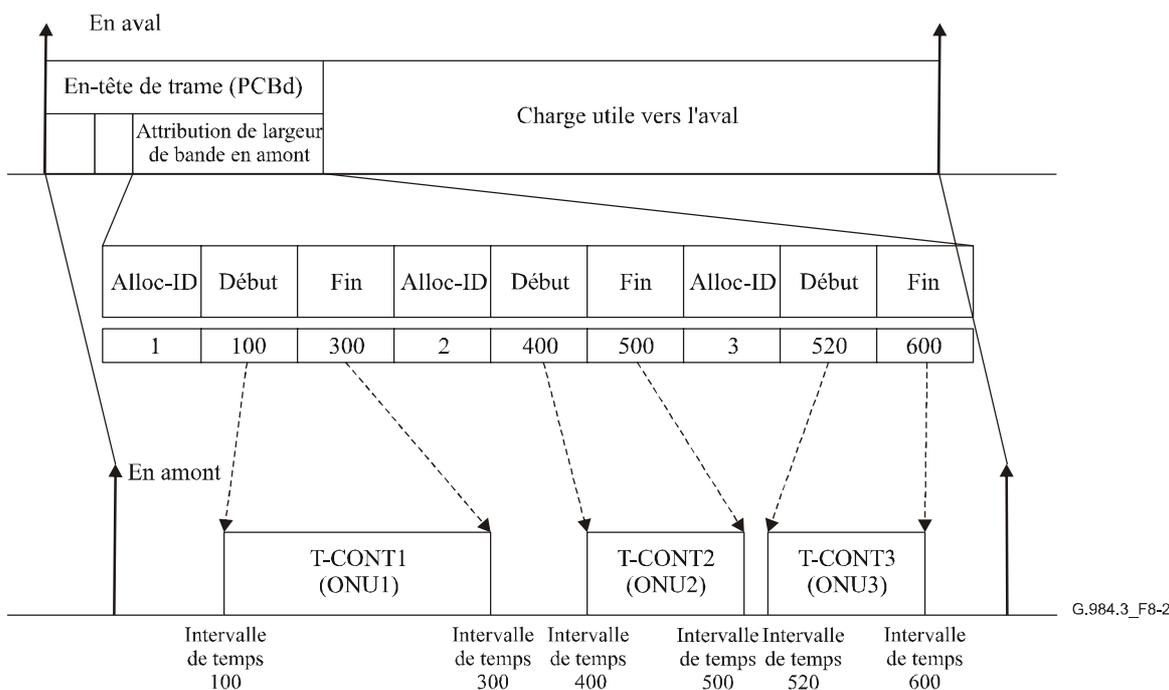


Figure 8-2/G.984.3 – Concept de commande d'accès au support de transmission par la couche de convergence TC-GTC

8.1 Structure de trame aval

Un schéma de la structure de trame aval est représenté dans la Figure 8-3. La trame a une largeur de 125 µs pour les deux débits de 1,24416 Gbit/s et 2,48832 Gbit/s en aval. Ainsi, la trame a une longueur de 19440 octets dans le système à 1,24416 Gbit/s et une longueur de 38880 octets dans le système à 2,48832 Gbit/s. L'étendue de longueur du bloc PCBd est la même aux deux vitesses et dépend du nombre de structures d'attribution par trame.

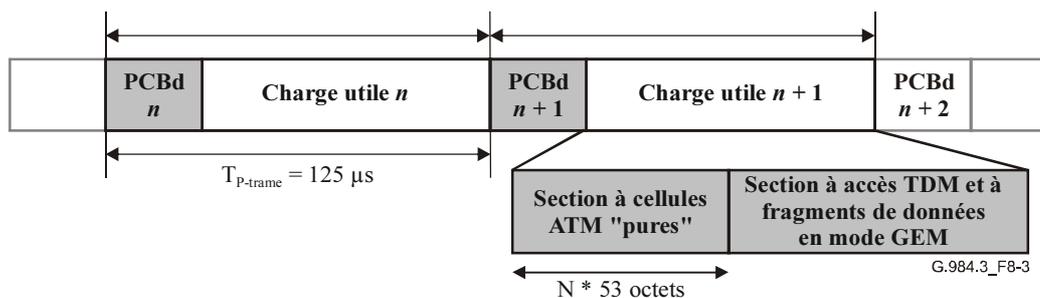


Figure 8-3/G.984.3 – Trame aval de couche de convergence TC-GTC

8.1.1 Ordre des bits et des octets

Dans l'ensemble de la présente Recommandation, il est convenu que l'ordre de transmission de tous les champs sera avec le bit de plus fort poids EN PREMIER. Par exemple, le nombre 0xF0 indique que la séquence commence par 1 et se termine par 0.

8.1.2 Brassage de la trame

La trame aval est brassée au moyen d'un polynôme de brassage synchronisé avec les trames. Le polynôme utilisé est x^7+x^6+1 . Ce motif est ajouté modulo deux aux données aval. Le registre à décalage utilisé afin de calculer ce polynôme est recalé sur la série de 1 au premier bit qui suit le champ "Psync" du bloc PCBd et est laissé actif jusqu'au dernier bit de la trame aval.

8.1.3 Bloc de commande physique en aval (PCBd)

Un schéma du bloc PCBd est représenté dans la Figure 8-4. Le bloc PCBd contient plusieurs champs, dont chacun est décrit ci-après. La terminaison OLT envoie le bloc PCBd en mode multipoint et chaque unité ONU reçoit le bloc PCBd entier. Les unités ONU agissent alors sur les informations appropriées qui y sont contenues.

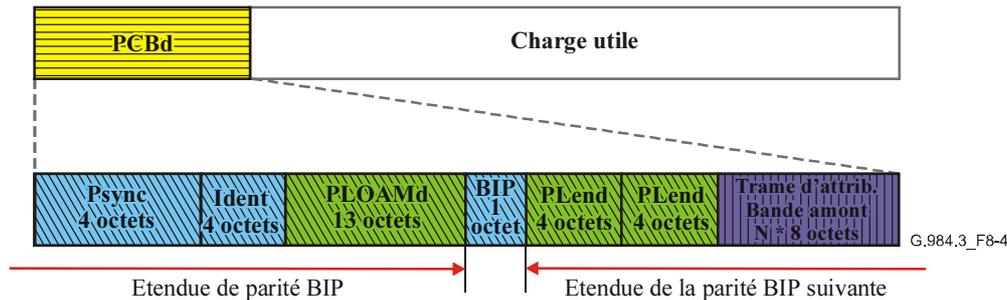


Figure 8-4/G.984.3 – Bloc de commande physique en aval (PCBd) dans la couche de convergence TC-GTC

8.1.3.1 Champ de synchronisation physique (Psync)

Le champ de synchronisation physique est une structure fixe de 32 bits qui constitue le début de chaque bloc PCBd. La logique de l'unité ONU peut utiliser cette structure afin de trouver le début de la trame. Le codage du champ "Psync" est 0xB6AB31E0. Noter que le champ "Psync" n'est pas brassé.

L'unité ONU implémente un automate à états de synchronisation comme représenté dans la Figure 8-5. L'unité ONU commence dans l'état de recherche. L'unité ONU recherche la structure Psync dans tous les verrouillages possibles (aussi bien en bits qu'en octets) pendant l'état de recherche. Une fois qu'une structure Psync correcte est trouvée, l'unité ONU passe à l'état de présynchronisation et arme un compteur, N, à la valeur 1. L'unité ONU recherche alors une autre structure Psync dont le retard par rapport à la précédente est de 125 μ s. Pour chaque champ "Psync" correct, le compteur est incrémenté. Si un champ "Psync" incorrect est trouvé, l'unité ONU revient à l'état de recherche. Dans l'état de présynchronisation, si le compteur se trouve égal à M_1 , l'unité ONU avance à l'état Psync. Une fois que l'unité ONU a atteint l'état Psync, elle peut déclarer qu'elle a trouvé la structure de trames aval et commence à traiter les informations du bloc PCBd. Si l'unité ONU détecte M_2 champs "Psync" consécutivement incorrects, alors elle peut déclarer qu'elle a perdu le verrouillage de trames aval et revient à l'état de recherche.

La valeur recommandée pour M_1 est 2. La valeur recommandée pour M_2 est 5.

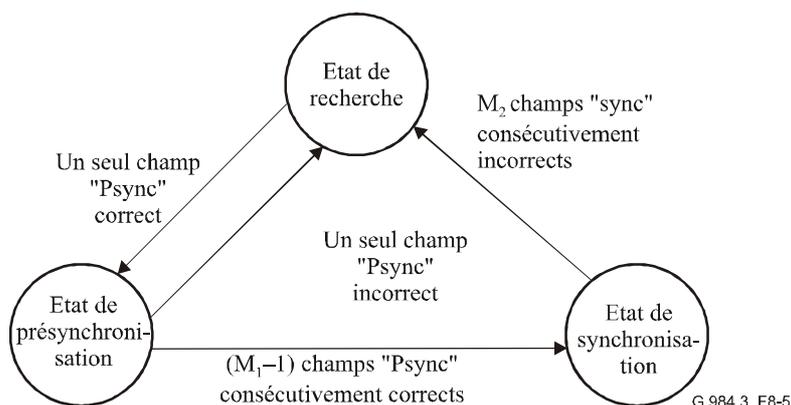


Figure 8-5/G.984.3 – Automate à états de synchronisation d'une unité ONU dans la couche de convergence TC-GTC aval

8.1.3.2 Champ "Ident"

Le champ "Ident" de 4 octets sert à indiquer de très grandes structures de trame. Ce compteur de supertrames est utilisé par le système de chiffrement des données d'utilisateur. Il peut également servir à offrir des signaux de référence synchrones à très bas débit. Les 30 bits de plus faible poids du champ "Ident" contiendront un compteur et chaque champ "Ident" de trame aura une unité de plus que le précédent. Chaque fois que le compteur atteint sa valeur maximale, il est remis à 0 sur la trame suivante.

Afin d'offrir de la tolérance aux erreurs, l'unité ONU doit toujours implémenter un compteur local de supertrames et un automate à états de synchronisation de supertrame. Cet automate à états est identique à l'automate à états de synchronisation décrit ci-dessus. Quand elle est dans l'état de recherche, l'unité ONU charge dans son compteur local le compteur de supertrames reçu dans le champ "Ident". Quand elle est dans les états de présynchronisation et de synchronisation, l'unité ONU compare sa valeur locale avec la valeur de compteur reçue. Une concordance indique une synchronisation correcte, tandis qu'une discordance indique soit une erreur de transmission ou une perte du synchronisme.

Le bit 1 de plus fort poids du champ "Ident" sert à indiquer si la correction FEC est en cours d'utilisation en aval. Les autres bits contenus dans le champ "Ident" sont réservés. La Figure 8-6 décrit le champ "Ident".

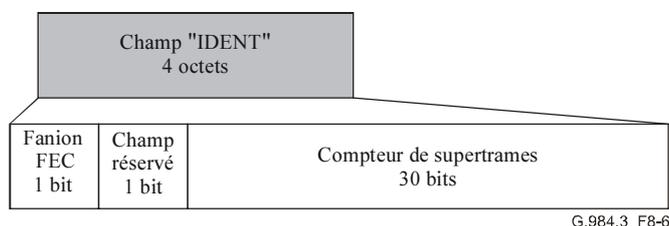


Figure 8-6/G.984.3 – Champ "IDENT"

8.1.3.3 Champ "PLOAMd"

Le champ PLOAM en aval est un champ de 13 octets qui contient le message PLOAM. Le format de ces messages est indiqué au § 9.

8.1.3.4 Champ "BIP"

Le champ "BIP" est un champ de 8 bits qui contient la parité à entrelacement de bits de tous les octets émis depuis la dernière parité BIP. Le récepteur doit également calculer la parité à entrelacement de bits et comparer son résultat à la parité BIP émise afin de mesurer le nombre d'erreurs sur la liaison.

8.1.3.5 Champ "Plend"

Le champ de longueur de charge utile en aval spécifie la longueur de la trame d'affectation de largeur de bande et de la partition ATM. Ce champ est émis deux fois afin d'assurer la robustesse aux erreurs, selon la procédure indiquée ci-dessous.

La longueur de la trame d'affectation de largeur de bande (Blen) est indiquée par les 12 premiers bits. Cette valeur limite à 4095 le nombre des identificateurs d'attribution qui peuvent être accordés dans toute période de 125 μ s. La longueur réelle de la matrice d'attribution BW-MAP en octets est donc de 8 fois la longueur du champ "Blen".

La longueur de la partition ATM (le champ "Alen") est indiquée par les 12 prochains bits du champ "Plend". Cette valeur autorise jusqu'à 4095 cellules ATM dans une trame, ce qui est suffisant jusqu'au débit binaire de 10 Gbit/s. La longueur de la partition ATM en octets est donc de 53 fois la longueur du champ "Alen".

Les 8 derniers bits du champ "Plend" constituent un contrôle CRC-8 utilisant le même polynôme que dans la Rec. UIT-T I.432.1 ($g(x) = x^8 + x^2 + x + 1$). Contrairement à la Rec. UIT-T I.432.1, cependant, le CRC n'est pas combiné par opérateur OUX avec la valeur 0x55. Le récepteur du champ "Plend" implémentera les fonctions de détection et de correction d'erreur du contrôle CRC-8. Le récepteur essaiera de décoder les deux copies du champ "Plend" envoyé et, selon le résultat du processus de détection par CRC-8, il utilisera le champ "Plend" ayant la qualité la plus élevée. A cette fin, le classement qualitatif décroissant sera le suivant: "sans erreur", "erreur isolée corrigible" et "erreur incorrigible". Si les deux champs "Plend" sont incorrigibles ou sont de même qualité mais ont des valeurs différentes, le récepteur ne peut pas analyser la trame car il y a probablement une combinaison d'erreurs indétectables. En transmission mixte, le nombre minimal d'erreurs binaires qui provoqueraient cette situation est de 4.

La Figure 8-7 décrit le champ "Plend".

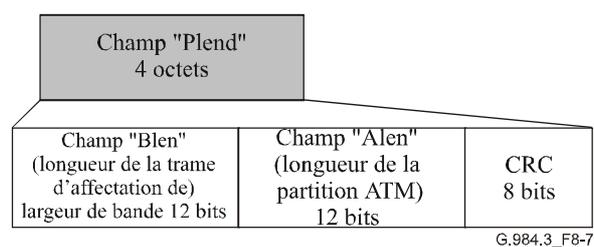


Figure 8-7/G.984.3 – Champ "Plend"

8.1.3.6 Champ "BWmap"

La trame d'affectation de largeur de bande (BWmap) est une matrice scalaire de structures d'attribution de 8 octets. Chaque entrée dans cette matrice représente une seule attribution de largeur de bande à un conteneur T-CONT particulier. Le nombre d'entrées dans la matrice est indiqué dans le champ "Plend". Le format de chaque entrée est indiqué ci-dessous et est représenté dans la Figure 8-8.

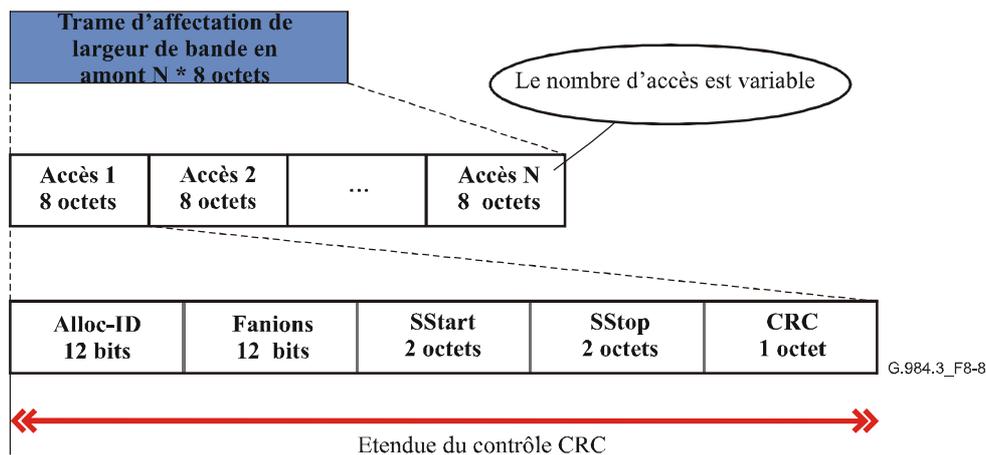


Figure 8-8/G.984.3 – Structure de la trame d'affectation de la largeur de bande dans la couche GTC

8.1.3.6.1 Champ "Alloc-ID"

Le champ "Alloc-ID" contient le nombre de 12 bits qui indique le conteneur T-CONT particulier auquel du temps est accordé en amont du réseau PON. Ce champ de 12 bits est généralement non structuré, mais quelques conventions s'appliquent. D'abord, les 254 plus basses valeurs d'identificateur Alloc-ID servent à adresser l'unité ONU directement. Pendant la procédure de télémétrie, le premier Alloc-ID indiqué à l'unité ONU devrait être dans cette étendue. Si d'autres valeurs d'identificateur Alloc-ID sont requises pour cette unité ONU, elles devraient être choisies parmi celles qui sont supérieures à 255. De même, l'identificateur Alloc-ID = 254 est l'identificateur d'activation d'unité ONU qui sert à découvrir des unités ONU inconnues et l'identificateur Alloc-ID = 255 est l'identificateur Alloc-ID non assigné qui sert à indiquer qu'aucun conteneur T-CONT ne peut utiliser la structure d'attribution associée.

8.1.3.6.2 Champ de fanions

Le champ de fanion est un champ de 12 bits qui contient 4 indications distinctes sur la façon dont l'attribution doit être utilisée. La signification de ces indications est la suivante:

- Bit 11 (MSB): envoi de la séquence de réglage du niveau de puissance en amont (PLSu): si ce bit est activé, l'unité ONU doit envoyer ses informations de séquence PLSu pendant cette attribution. Si ce bit n'est pas activé, l'unité ONU n'enverra pas les informations de séquence PLSu dans cette attribution.
- Bit 10: envoi du flux PLOAMu: si ce bit est activé, l'unité ONU doit envoyer ses informations de flux PLOAM pendant cette attribution. Si ce bit n'est pas activé, l'unité ONU n'enverra pas les informations PLOAMu dans cette attribution.
- Bit 9: utilisation de la correction FEC: si ce bit est activé, l'unité ONU doit calculer et insérer la parité de correction FEC pendant cette attribution. Noter que ce bit devrait être le même pendant toute la durée de vie de l'identificateur Alloc-ID et qu'il n'est qu'une simple confirmation passante de données déjà connues.
- Bits 8 et 7: envoi de signalisation DBRu (mode): selon le contenu de ces deux bits, l'unité ONU enverra ou n'enverra pas la signalisation DBRu à l'identificateur Alloc-ID. Les séquences binaires définies sont les suivantes:
 - 00: aucun envoi de signalisation DBRu.
 - 01: envoi du "mode 0" de la signalisation DBRu (deux octets).
 - 10: envoi du "mode 1" de la signalisation DBRu (trois octets).
 - 11: envoi du "mode 2" de la signalisation DBRu (cinq octets).

La description de la syntaxe des différentes signalisations DBRu est indiquée au § 8.4. Noter que l'unité ONU doit toujours répondre avec le nombre d'octets requis, quel que soit le mode qu'elle prend réellement en charge.

Bits 6-0: réservés pour utilisation future.

8.1.3.6.3 Champ "StartTime"

Le champ "StartTime" contient le nombre de 16 bits qui indique l'instant de début de l'attribution. Cet instant est mesuré en octets à partir de zéro au début de la trame amont, ce qui limite la longueur de la trame amont à 65 536 octets et suffit à adresser les débits amont jusqu'à 2,488 Gbit/s.

L'instant de début pointe sur le début de la transmission de données valides et ne comprend pas la durée du surdébit de couche Physique, ce qui rend la signification du pointeur identique quelle que soit sa position dans une rafale d'attributions pour la même unité ONU. La durée du surdébit de couche Physique est définie comme comprenant le temps requis pour les tolérances (intervalle de sécurité), la détection du récepteur, la détection du niveau du signal, la récupération du rythme, le délimiteur et les champs de surdébit PLOu comme défini au § 8.2.2. Les valeurs des durées dans la couche Physique sont recommandées dans la Rec. UIT-T G.984.2 et varient selon le débit binaire dans le sens amont. La terminaison OLT et l'unité ONU devraient être conçues l'une et l'autre de façon à intégrer la durée du surdébit de la couche Physique. Il appartient à la terminaison OLT de construire la trame d'affectation de largeur de bande de façon que la durée du surdébit de couche Physique soit correctement prise en compte.

8.1.3.6.4 Champ "StopTime"

Le champ "StopTime" contient le nombre de 16 bits qui indique l'instant d'arrêt de l'attribution. Cet instant est mesuré en octets, à partir de zéro au début de la trame amont. L'instant d'arrêt pointe sur le dernier octet de données valides associé à cette attribution.

8.1.3.6.5 Champ "CRC"

La structure d'attribution est protégée par un CRC-8 utilisant le même polynôme que dans la Rec. UIT-T I.432.1 ($g(x) = x^8 + x^2 + x + 1$). Contrairement à la Rec. UIT-T I.432.1, cependant, ce CRC n'est pas combiné par opérateur OUX avec 0x55. Le récepteur du champ "BWmap" implémentera les fonctions de détection et de correction d'erreur du CRC-8. Si le CRC-8 indique qu'une erreur incorrigible s'est produite, alors la structure d'attribution est rejetée.

8.1.4 Champs de charge utile de convergence TC

Immédiatement après la dernière entrée dans la trame d'affectation de largeur de bande se trouvent les partitions de charge utile dans la couche GTC. Il y a deux partitions, comme décrit ci-dessous.

8.1.4.1 Partition ATM

La partition ATM contient un certain nombre de cellules ATM de 53 octets. La longueur de cette partition (en cellules) est indiquée par le champ "Plend/Alen". La longueur de ce champ est donc toujours un entier multiple de 53 octets et les cellules sont toujours verrouillées sur la partition. Le cadrage des cellules est donc trivial et doit être confirmé par vérification du fait que l'octet de contrôle HEC concorde bien avec le reste de l'en-tête de cellule.

Le flux cellulaire aval est alors filtré par l'unité ONU sur la base de l'identificateur VPI contenu dans chaque cellule. Les terminaisons ONT sont configurées de façon à reconnaître les identificateurs VPI qui lui appartiennent. Les cellules qui appartiennent bien à l'unité ONU sont transmises au processus client ATM.

8.1.4.2 Partition GEM

La partition GEM contient un nombre quelconque de trames verrouillées en mode GEM. La longueur de la partition GEM est tout ce qui peut rester après soustraction du bloc PCBd et des partitions ATM à partir de la longueur totale de la trame. L'opération de verrouillage des trames en mode GEM est décrite au § 8.3.

Le flux de trames en aval est alors filtré par l'unité ONU sur la base du champ de 12 bits d'identificateur de point d'accès (Port-ID) contenu dans chaque fragment de trame. Les terminaisons ONT sont configurées de façon à reconnaître les identificateurs Port-ID qui leur appartiennent et les trames qui appartiennent bien à l'unité ONU sont transmises au processus client GEM.

8.2 Structure de trame amont

Un schéma de la structure de trame amont est représenté dans la Figure 8-9. La longueur de trame est la même qu'en aval à tous les débits. Chaque trame contient un certain nombre de transmissions à partir d'une ou de plusieurs des unités ONU. La trame BWmap commande l'arrangement de ces transmissions. Pendant chaque période d'attribution conformément à la commande de terminaison OLT, l'unité ONU peut transmettre de 1 à 4 types de surdébit de réseau PON, ainsi que des données d'utilisateur. Les quatre types de surdébit sont les suivants:

- 1) surdébit de couche Physique (PLOu);
- 2) flux OAM de couche Physique en amont (PLOAMu);
- 3) séquence de réglage du niveau de puissance en amont (PLSu) ;
- 4) signalisation dynamique de largeur de bande en amont (DBRu).

La Figure 8-10 montre le contenu de ces surdébits en détail.

La terminaison OLT indique, par l'intermédiaire du champ de fanion situé dans la trame BWmap, si les informations de flux PLOAMu, PLSu ou DBRu devraient être envoyées dans chaque attribution. Le planificateur d'opérations situé dans la terminaison OLT a besoin de prendre en compte les demandes de largeur de bande et de latence issues de ces canaux auxiliaires lors du réglage de la fréquence de leur transmission.

La description d'état des informations de surdébit PLOu est implicite dans les arrangements des attributions proprement dites. La règle est que, chaque fois qu'une unité ONU reprend le support du réseau PON à partir d'une autre unité ONU, elle doit toujours envoyer une nouvelle copie des données de surdébit PLOu. Si une unité ONU reçoit deux identificateurs Alloc-ID contigus (la valeur du champ StopTime de l'un étant inférieure de 1 à la valeur du champ StartTime de l'autre), alors l'unité ONU doit supprimer l'envoi des données de surdébit PLOu pour le second identificateur Alloc-ID. Cette suppression peut réapparaître pour autant d'identificateurs Alloc-ID contigus que l'unité ONU est autorisée par la terminaison OLT à recevoir. Noter que la prescription relative aux attributions contiguës interdit à la terminaison OLT de laisser des lacunes entre transmissions à la même unité ONU. Les attributions doivent toujours soit être exactement contiguës ou être programmées dans le temps comme si elles provenaient de deux unités ONU différentes.

Après toutes ces transmissions de surdébit, la charge utile de données d'utilisateur est émise jusqu'à la limite indiquée par le pointeur StopTime.

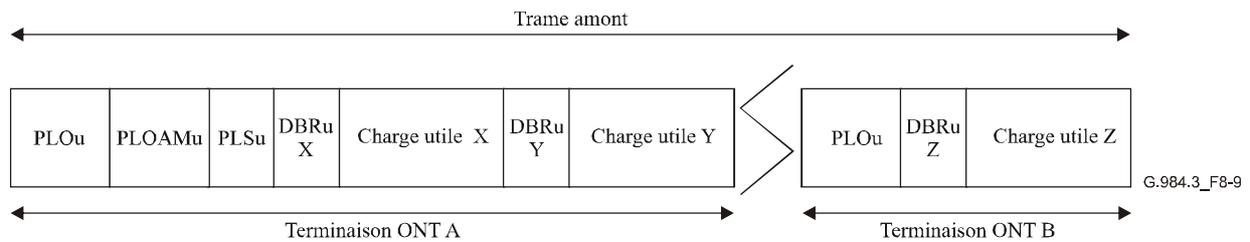


Figure 8-9/G.984.3 – Trame amont de couche GTC

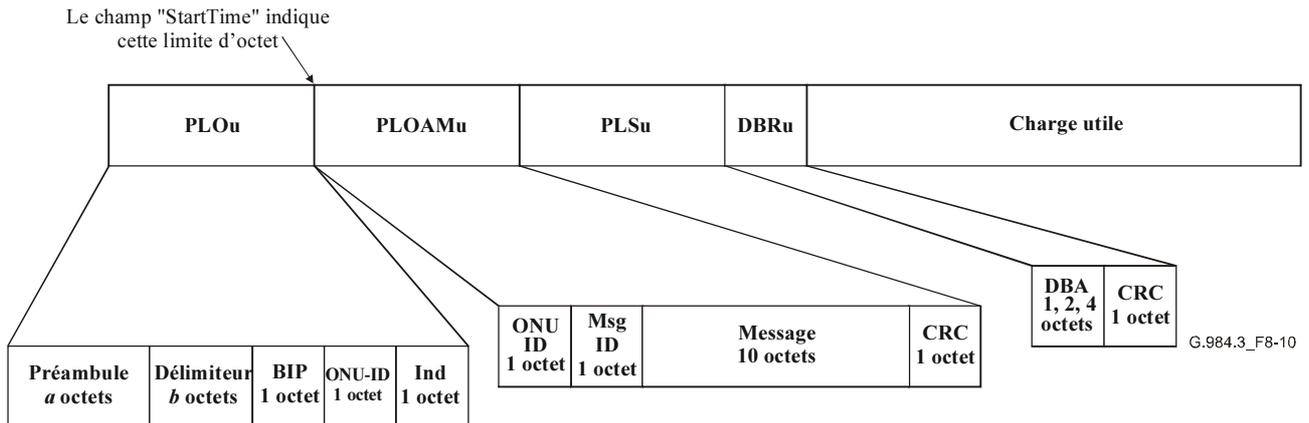


Figure 8-10/G.984.3 – Détail des surdébits amont dans la couche GTC

8.2.1 Brassage de la trame

La trame amont est brassée au moyen d'un polynôme de brassage en synchronisme avec la trame. Le polynôme utilisé est $x^7 + x^6 + 1$. Cette structure est ajoutée modulo deux aux données amont. Le registre à décalage utilisé afin de calculer ce polynôme est recalé sur la série de 1 au premier bit qui suit le champ de délimiteur du surdébit PLOu de la première attribution amont et est laissé actif jusqu'au dernier bit de la transmission. Si l'unité ONU transmet plusieurs attributions contiguës, le brasseur amont ne devrait être recalé sur aucune des frontières internes.

8.2.2 Surdébit de couche Physique en amont (PLOu)

Les données de surdébit PLOu comprennent le surdébit de couche Physique (préambule et délimiteur) et trois champs de données qui correspondent à l'unité ONU considérée comme un tout. Ces données sont émises au début de toute rafale émise par une unité ONU. Noter que, afin de conserver la connexité avec l'unité ONU, la terminaison OLT devrait essayer d'attribuer un signal vers l'amont à chaque unité ONU à un certain intervalle minimal. La durée de cet intervalle est déterminée par les paramètres de service de cette unité ONU.

La couche GTC produit le surdébit PLOu. Le préambule et le délimiteur sont formés selon ce qui est commandé par le message "Surdébit-amont" de la terminaison OLT. Noter que ces octets sont émis dans l'instant qui précède immédiatement l'octet indiqué par le pointeur StartTime.

8.2.2.1 Champ "BIP"

Le champ "BIP" est un octet qui contient la parité à entrelacement de bits de tous les octets émis depuis la dernière parité BIP à partir de cette unité ONU, sauf les octets du préambule et du délimiteur. Le récepteur de la terminaison OLT doit calculer la parité à entrelacement de bits pour chaque rafale émise par une unité ONU et doit comparer son résultat au champ "BIP" reçu afin de mesurer le nombre d'erreurs sur la liaison.

8.2.2.2 Champ "ONU-ID"

Le champ "ONU-ID" est un octet qui contient l'unique ONU-ID de l'unité ONU qui est en train d'envoyer la transmission considérée. L'identificateur d'unité ONU est attribué à l'unité ONU pendant le processus de télémétrie. Avant que l'identificateur d'unité ONU soit attribué, l'unité ONU doit inscrire l'identificateur ONU-ID non assigné (255) dans ce champ. La terminaison OLT peut vérifier ce champ en fonction de ses journaux d'attribution afin de confirmer que l'unité ONU correcte est en cours d'émission.

8.2.2.3 Champ "Ind"

Le champ d'indication fournit à la terminaison OLT une signalisation en temps réel de l'état d'une unité ONU. Le format du champ "Ind" est indiqué ci-dessous.

Position binaire	Fonction
7 (MSB)	Flux PLOAMu urgent en instance (1 = PLOAM en instance, 0 = aucun flux PLOAM en instance)
6	Etat de la correction FEC (1 = FEC activée, 0 = FEC désactivée)
5	Etat de l'indication RDI (1 = défaut, 0 = OK)
4	Trafic en instance dans conteneurs T-CONT de type 2
3	Trafic en instance dans conteneurs T-CONT de type 3
2	Trafic en instance dans conteneurs T-CONT de type 4
1	Trafic en instance dans conteneurs T-CONT de type 5
0 (LSB)	Réservé

Noter que, quand l'unité ONU a indiqué qu'un flux PLOAM urgent est en instance, la terminaison OLT devrait émettre une attribution en amont qui permettra à l'unité ONU d'envoyer ce message PLOAM en temps opportun. Le temps de réponse devrait être inférieur à 5 ms pendant le fonctionnement normal.

Noter également que l'unité ONU déclarera le bit d'instance du flux PLOAMu aussi longtemps qu'elle aura une ou plusieurs cellules PLOAM en instance. L'algorithme de programmation dans le temps de la terminaison OLT devrait en tenir compte lors de la détermination de l'instant d'envoi des attributions au flux PLOAMu.

La définition des indications de "trafic en instance" se trouve au § 8.4.

8.2.3 Flux PLOAM en amont (PLOAMu)

Le champ PLOAMu compte 13 octets de longueur et contient le message PLOAM comme défini au § 9. Ce champ est émis à l'instant indiqué par le champ de fanion situé dans la structure d'attribution.

8.2.4 Séquence de réglage du niveau de puissance en amont (PLSu)

Le champ PLSu compte 120 octets de longueur et sert aux mesurages de régulation de puissance par l'unité ONU. Cette fonction aide à régler les niveaux de puissance d'unité ONU afin de réduire la dynamique optique considérée du point de vue de la terminaison OLT. Le contenu de ce champ est réglé localement par l'unité ONU en fonction de sa propre conception. Ce champ est émis à l'instant indiqué par le champ de fanion situé dans la structure d'attribution.

Le mécanisme de commande de puissance est utile dans deux cas: réglage de la puissance initiale et changement de mode de puissance de l'unité ONU émettrice. Le premier cas ne se produit que pendant les procédures d'activation d'unité ONU, tandis que le second peut se produire pendant le fonctionnement ainsi que pendant l'activation. Ainsi, la séquence PLSu peut être demandée à tout instant.

Dans de nombreux cas pendant le processus d'activation, la terminaison OLT peut régler le fanion de séquence PLSu sur des attributions multipoint afin de permettre à des unités ONU de régler leur émetteur. Si l'unité ONU n'a pas besoin d'utiliser le champ de séquence PLSu, alors l'unité ONU devrait désactiver son émetteur pendant ce temps. Cela réduira les probabilités de collision.

Dans le cas de séquences PLSu reçues en cours de fonctionnement, l'unité ONU devra généralement transmettre après la séquence PLSu. Donc, en cours de fonctionnement, l'unité ONU doit toujours envoyer la séquence PLSu quand celle-ci est demandée, quel que soit son besoin d'effectuer un réglage d'émetteur.

8.2.5 Signalisation dynamique de largeur de bande en amont (DBRu)

La structure DBRu contient des informations qui sont liées à l'entité T-CONT, par opposition à l'unité ONU. Ce champ est émis à l'instant indiqué par le champ de fanion situé dans la structure d'attribution.

8.2.5.1 Champ "DBA"

Le champ "DBA" contient la description de l'état de trafic du conteneur T-CONT en question. Un champ de 8, 16, ou 32 bits est réservé à cette fin. Le codage des besoins en largeur de bande dans ce champ (c'est-à-dire la conversion en nombres des cellules/trames en instance) est décrit au § 8.4. Noter que l'unité ONU doit toujours transmettre le champ "DBA" de longueur appropriée, même si ce mode d'assignation DBA n'est pas pris en charge, afin de conserver le cadrage.

8.2.5.2 Champ "CRC"

La structure DBRu est protégée au moyen d'un CRC-8 utilisant le même polynôme que dans la Rec. UIT-T I.432.1 ($g(x) = x^8 + x^2 + x + 1$). Contrairement à la Rec. UIT-T I.432.1, ce CRC n'est toutefois pas combiné par opérateur OUX avec 0x55. Le récepteur du champ DBRu implémentera les fonctions de détection et de correction d'erreur du CRC-8. Si celui-ci indique qu'une erreur incorrigible s'est produite, alors les informations contenues dans la signalisation DBRu seront ignorées.

8.2.6 Section de charge utile amont

Immédiatement après le dernier champ de surdébit en amont se trouve la charge utile amont de la couche GTC, qui peut servir à transporter des cellules ATM, des trames verrouillées en mode GEM, ou de la signalisation d'assignation DBA.

8.2.6.1 Charge utile amont en mode ATM

La charge utile amont en mode ATM contient un certain nombre de cellules ATM de 53 octets. La longueur de cette charge utile est indiquée par la durée de l'attribution moins la longueur des surdébits demandés. La terminaison OLT devrait essayer de construire les pointeurs de façon que la longueur de la charge utile en mode ATM soit toujours un entier multiple de 53 octets. Si la charge utile n'est pas un nombre entier de cellules, la partie fractionnaire située à la fin est remplie par bourrage. De toute façon, les cellules sont toujours verrouillées sur le début de la charge utile (voir Figure 8-11).

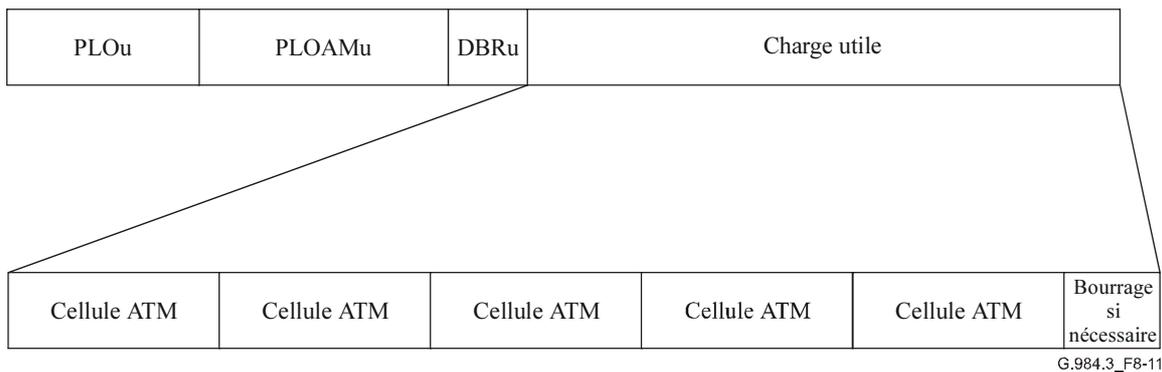


Figure 8-11/G.984.3 – Cellules ATM en amont

8.2.6.2 Charge utile amont en mode GEM

La charge utile en mode GEM contient un nombre quelconque de trames verrouillées en mode GEM (Figure 8-12). La longueur de cette charge utile est indiquée par la durée de l'attribution moins la longueur des surdébits demandés. La terminaison OLT doit toujours conserver des instances multiples de l'automate à états de cadrage GEM et doit mettre en mémoire tampon les trames fragmentées jusqu'à ce qu'elles soient reconstituées. L'opération de verrouillage de trames en mode GEM est conforme à la description du § 8.3.

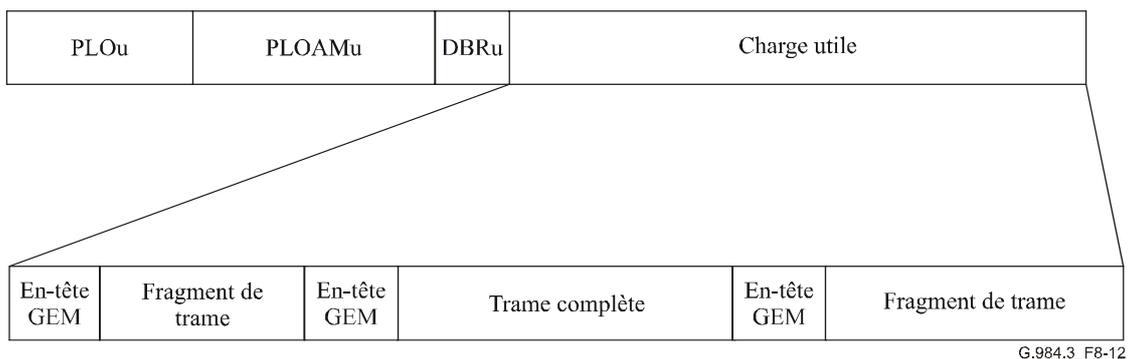


Figure 8-12/G.984.3 – Trames GEM en amont

8.2.6.3 Charge utile amont d'assignation DBA

La charge utile d'assignation DBA contient un groupe de signalisations dynamiques d'attribution de largeur de bande issu de l'unité ONU en question (Figure 8-13). La première signalisation d'assignation DBA est toujours verrouillée de façon que le premier octet de la signalisation soit situé au début de l'attribution. Toutes les signalisations sont contiguës. Si la longueur d'attribution ne concorde pas avec la longueur totale de la signalisation, alors l'unité ONU va soit tronquer la fin de la dernière signalisation, ou ajouter un bourrage compensatoire sous la forme d'une série de 0 à la fin de la dernière signalisation. La configuration, le format et l'usage de ces signalisations sont décrits au § 8.4. Noter que l'unité ONU doit toujours répondre à une charge utile d'assignation DBA attribuée, même si ce mode d'assignation DBA n'est pas pris en charge, afin de conserver le cadrage.

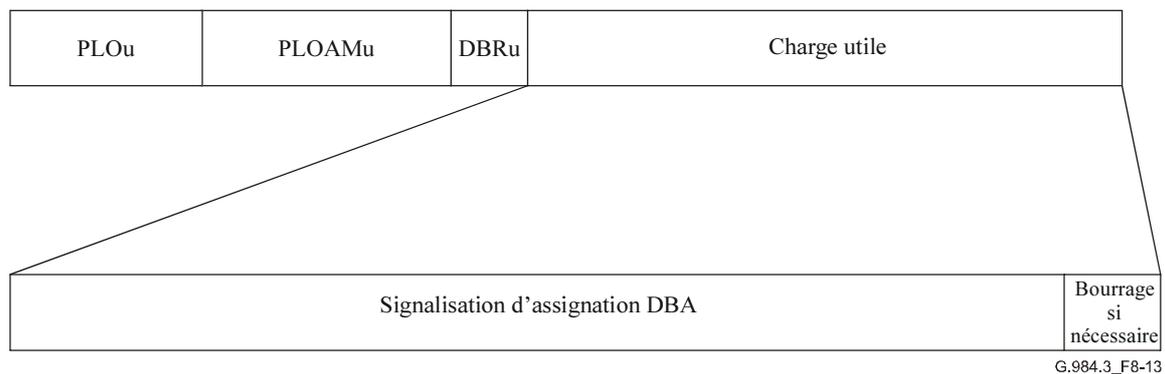


Figure 8-13/G.984.3 – Signalisation d'assignation DBA en amont

8.3 Mappage du trafic dans les charges utiles de la couche de convergence GTC

Divers types de données d'utilisateur peuvent être transportés dans la charge utile de la couche de convergence GTC. Les principaux protocoles supports sont les modes ATM et GEM. Dans chacun de ces protocoles supports, divers services d'utilisateur peuvent être transportés.

8.3.1 Mappage de cellules ATM dans la charge utile de la couche de convergence GTC

Le trafic ATM est transporté par le protocole de couche GTC de façon transparente. En aval, les cellules sont émises par la terminaison OLT vers les unités ONU utilisant la partition à charge utile en mode ATM. La terminaison OLT peut attribuer autant de durées de cellule que cela lui est nécessaire en aval, jusqu'à et y compris presque toutes les trames aval. La sous-couche de verrouillage des trames d'unité ONU filtre les cellules entrantes sur la base des identificateurs VPI et remet les cellules appropriées au client ATM d'unité ONU.

En amont, les cellules sont émises par l'unité ONU vers la terminaison OLT au moyen du temps d'attribution au mode ATM qui était configuré. L'unité ONU met en mémoire tampon les cellules ATM au fur et à mesure de leur arrivée, puis les envoie par rafales quand elle reçoit de la terminaison OLT l'attribution de temps correspondante. La terminaison OLT reçoit les cellules et les multiplexe avec des rafales issues d'autres unités ONU, afin de toutes les communiquer au client ATM de terminaison OLT.

8.3.1.1 Mappage de services d'utilisateur dans un circuit en mode ATM

De nombreuses Recommandations existent qui décrivent l'insertion de services d'utilisateur, telles que les données vocales, les services en hiérarchie PDH, les services de réseau Ethernet, etc., dans un circuit virtuel de support en mode ATM.

8.3.2 Mappage de trames GEM dans la charge utile de la couche de convergence GTC

Le trafic en mode GEM est transporté par le protocole de couche GTC de façon transparente. En aval, des trames sont émises par la terminaison OLT vers les unités ONU au moyen de la partition de charge utile en mode GEM. En amont, des trames sont émises par l'unité ONU vers la terminaison OLT au moyen du temps d'attribution au mode GEM qui était configuré.

Le protocole du mode GEM a deux fonctions: assurer le cadrage des trames de données d'utilisateur et assurer l'identification du point d'accès pour le multiplexage. Noter que le terme "trames de données d'utilisateur" indique des trames à destination ou en provenance d'un utilisateur. Cette indication est donnée au moyen de l'en-tête GEM, comme représenté dans la Figure 8-14. L'en-tête GEM contient l'indicateur de longueur de la charge utile (PLI, *payload length indicator*), l'identificateur Port-ID, l'indicateur de type de charge utile (PTI, *payload type indicator*) et le champ de 13 bits de contrôle d'erreur dans l'en-tête (HEC, *header error control*).

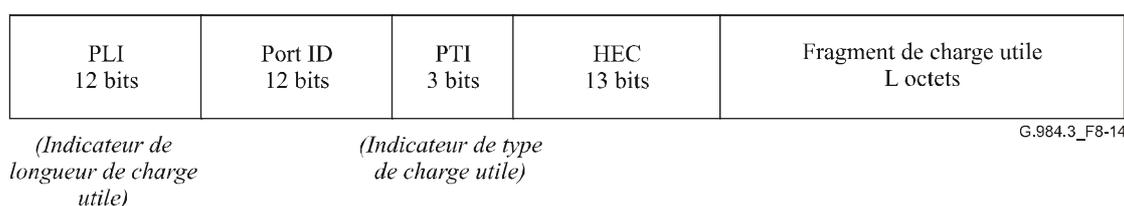


Figure 8-14/G.984.3 – Structure d'en-tête et de trame en mode GEM

L'indicateur PLI désigne la longueur, L, en octets, du fragment de charge utile qui suit cet en-tête. L'indicateur PLI sert à trouver le prochain en-tête dans le flux, afin d'assurer le cadrage. La longueur de ce champ de 12 bits permet des fragments d'une longueur pouvant atteindre 4095 octets. Si les trames de données d'utilisateur dépassent cette valeur, alors elles devront être réduites en fragments de longueur inférieure à 4095 octets.

L'identificateur Port-ID sert à offrir 4096 identificateurs de trafic uniques dans le réseau PON, afin d'assurer le multiplexage du trafic.

Le champ d'indicateur PTI sert à désigner le type de contenu du fragment de charge utile et son traitement approprié. Le codage de ce champ de 3 bits est similaire à celui qui était utilisé dans l'en-tête ATM. Noter que, étant donné que le transport en mode GEM ne doit se produire que sur le segment en réseau G-PON, il n'y a pas actuellement de nécessité d'insérer une indication de flux OAM de bout en bout. Cela pourra changer ultérieurement et la séquence binaire visant à permettre cette fonction est réservée. Le codage est représenté ci-dessous.

Code d'indicateur PTI	Signification
000	Fragment de données d'utilisateur, non-apparition d'encombrement, non-fin de trame
001	Fragment de données d'utilisateur, non-apparition d'encombrement, fin de trame
010	Fragment de données d'utilisateur, apparition d'encombrement, non-fin de trame
011	Fragment de données d'utilisateur, apparition d'encombrement, fin de trame
100	Flux OAM en mode GEM
101	Réservé
110	Réservé
111	Réservé

La signalisation de l'encombrement au moyen des séquences binaires 2 et 3 fera l'objet d'une étude complémentaire.

Pour la séquence binaire 4, le mode GEM va réutiliser le format de cellule OAM spécifié dans la Rec. UIT-T I.610, c'est-à-dire qu'il va prendre en charge le fragment de charge utile de 48 octets qui est formaté comme décrit pour les fonctions OAM en mode ATM.

Finalement, le contrôle HEC fournit des fonctions de détection et de correction d'erreur pour l'en-tête. Le contrôle HEC à utiliser est une combinaison du code BCH(39, 12, 2) et du fanion de parité. Le polynôme générateur de ce code est $x^{12}+x^{10}+x^8+x^5+x^4+x^3+1$. Le code BCH est calculé de façon que le résultat de la division modulo 2 des 39 premiers bits de l'en-tête (interprétés comme un nombre de 39 bits, bit de plus fort poids émis en premier) par le polynôme générateur soit zéro en l'absence d'erreur. Si un registre à décalage sert à implémenter cette division, la valeur d'initialisation de ce registre est la série de zéros. Le fanion de parité est réglé de façon que le nombre total de chiffres 1 dans l'en-tête complet (40 bits) soit un nombre pair. Le processus de décodage du champ de contrôle HEC de 13 bits est décrit plus en détail dans l'Appendice III.

Une fois l'en-tête assemblé, l'émetteur calcule l'opérateur OUX de l'en-tête avec la structure permanente suivante: 0x0xB6AB31E055 puis transmet le résultat. Le récepteur calcule l'opérateur OUX des bits reçus avec la même structure permanente afin de reconstituer l'en-tête. Cette opération est effectuée afin de garantir qu'une série de trames inactives aura un contenu suffisant pour permettre un cadrage correct.

Le processus de cadrage dans un réseau G-PON nécessite la présence d'un en-tête GEM au début de chaque partition GEM en aval et au début de chaque charge utile GEM en amont. Le récepteur est par là même assuré de trouver le premier en-tête. Il peut trouver les en-têtes subséquents en utilisant l'indicateur PLI comme pointeur. En d'autres termes, le récepteur passe immédiatement à l'état "sync" au début de chaque partition ou charge utile. Cependant, dans le cas d'erreurs incorrigibles dans l'en-tête, le processus de cadrage peut perdre le synchronisme avec le flux de données. Le récepteur va alors essayer de récupérer le synchronisme en implémentant l'automate à états représenté dans la Figure 8-15. Dans l'état de recherche, le récepteur recherche un contrôle HEC d'en-tête en mode GEM dans tous les verrouillages (en bits et en octets). Quand il en trouve un, il passe à l'état de présynchronisation, dans lequel il recherche le contrôle HEC à l'emplacement indiqué dans l'en-tête trouvé précédemment. Si ce contrôle HEC concorde, alors la transition est effectuée à l'état Sync. S'il ne concorde pas, alors la transition est effectuée à l'état de recherche. Noter que les implémentations peuvent choisir d'avoir des instances multiples de l'état de présynchronisation, de façon que de fausses concordances de contrôle HEC n'empêchent pas la détection du verrouillage correct. De même, le processus de réception peut mettre en mémoire tampon les données reçues pendant l'état de présynchronisation: si la transition à l'état Sync réussit, les données mises en mémoire intermédiaire peuvent être considérées à bon droit comme un fragment valide de trame GEM.

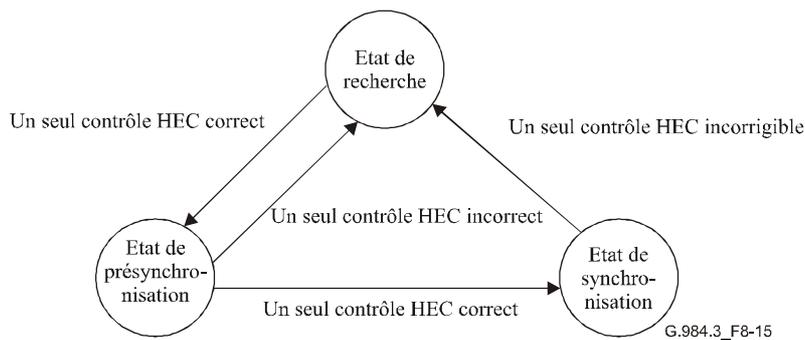


Figure 8-15/G.984.3 – Automate à états de cadrage GEM

Afin d'offrir le découplage de débit, une trame GEM inactive est définie. S'il n'y a pas de trame d'utilisateur à envoyer, le processus d'émission va produire ces trames inactives afin de remplir le temps mort. Le récepteur utilisera ces trames afin de conserver le synchronisme et évidemment n'aura pas de données à transmettre au client GEM. L'en-tête de trame GEM inactive est défini comme étant la série de zéros. Cela implique que la structure effectivement émise soit 0xB6AB31E055, en raison de l'opération OUX avant transmission.

Etant donné que les trames de données d'utilisateur sont de longueur aléatoire, le protocole GEM doit toujours prendre en charge la fragmentation des trames de données d'utilisateur afin de permettre l'insertion de l'en-tête GEM au début de chaque partition ou charge utile. Noter que la fragmentation peut se produire dans les deux sens, aval et amont. Le bit de plus faible poids du champ PTI contenu dans l'en-tête GEM est utilisé à cette fin. Chaque trame de données d'utilisateur peut être subdivisée en un certain nombre de fragments. Chaque fragment est préfixé avec un en-tête et le champ PTI indique dans quel fragment se trouve la fin de la trame de données d'utilisateur. Quelques cas d'utilisation de l'indicateur PTI sont illustrés dans la Figure 8-16.

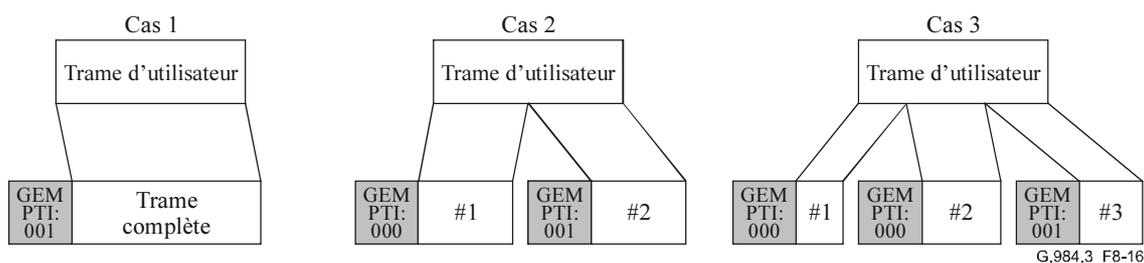


Figure 8-16/G.984.3 – Cas d'utilisation du champ de fragment

Il est important de noter que chaque fragment produit est émis en contiguïté, c'est-à-dire qu'un fragment ne peut pas chevaucher une frontière de trame. C'est une conséquence logique de la prescription qu'un en-tête GEM doit toujours se trouver au début de chaque partition ou charge utile. Donc, le processus de fragmentation doit toujours être informé de la quantité de temps restant dans la partition ou charge utile actuelle et doit fragmenter ses trames de données d'utilisateur en fonction de cette durée. Une autre implication de ce fait est la transmission de trames inactives. Dans certains cas, le verrouillage d'une trame d'utilisateur antérieure peut laisser au plus 4 octets dans la partition ou charge utile de couche GTC. Ce nombre est inférieur à celui de la longueur

minimale de trame GEM. Dans ce cas, le processus d'émission doit envoyer une structure d'en-tête GEM préempté. Le processus de réception va reconnaître que cet en-tête est préempté et va le négliger. De toute façon, le cadrage GEM sera restauré au début de la prochaine partition ou charge utile.

Le processus de fragmentation inhérent au mode GEM peut être utilisé à deux fins dans le système de convergence GTC. La première fin a déjà été mentionnée, c'est-à-dire l'insertion d'un en-tête au début de chaque partition et charge utile. En deuxième lieu, si des données chronocritiques, telles qu'un trafic de données vocales, doivent préempter la transmission d'un trafic non chronocritique, la fragmentation permet à cette préemption de se produire. En général, ces deux usages de la fragmentation pourraient être implémentés par deux étapes de traitement distinctes, la première consistant à insérer le trafic urgent et la seconde à insérer des en-têtes afin de correspondre à la partition/charge utile de la couche GTC. Cependant, une méthode plus simple consiste à amplifier une même étape de fragmentation de façon qu'elle remplisse les deux fonctions. Dans cette situation, les fragments de données urgentes en protocole GEM sont toujours émis au début de chaque partition ou charge utile. Etant donné que les trames de convergence GTC ont une périodicité de 125 μ s, cette valeur devrait offrir une latence suffisamment courte pour les données urgentes. Cet arrangement est illustré dans la Figure 8-17.

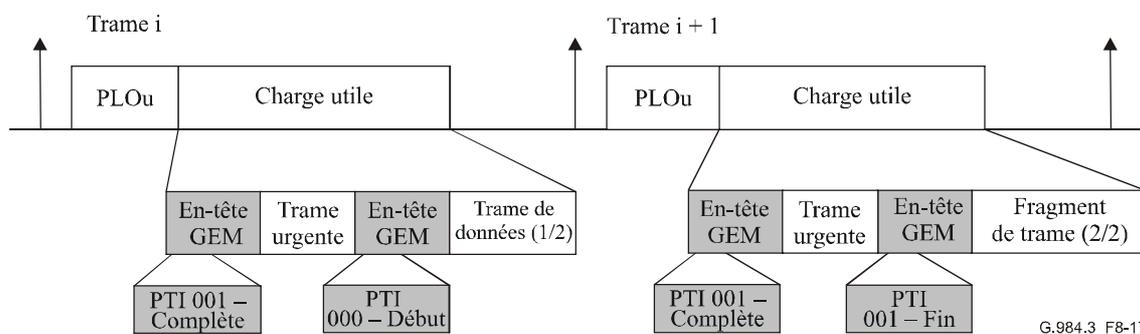


Figure 8-17/G.984.3 – Relation entre le verrouillage des trames GEM et le verrouillage des trames GTC

8.3.2.1 Mappage de signaux d'utilisateur en mode GEM

Le mappage de signaux d'utilisateur en mode GEM est décrit dans l'Appendice I.

8.4 Attribution dynamique de largeur de bande: signalisation et configuration

Le système G-PON prend en charge l'attribution dynamique de largeur de bande au moyen de l'indication d'état et également de la surveillance du trafic de terminaison OLT (c'est-à-dire sans indication d'état). Toutes les terminaisons OLT offrent la surveillance du trafic DBA, de façon que des unités ONU qui ne signalent pas leur état puissent obtenir une certaine fonctionnalité d'assignation DBA de base. En mode d'assignation DBA sans indication d'état, il n'y a pas de paramètres de protocole requis et l'ensemble du mécanisme d'assignation DBA est contenu dans la terminaison OLT. En tant que telle, l'assignation DBA sans indication d'état n'est pas décrite plus en détail dans la présente Recommandation; mais cela ne diminue pas son importance. Dans le cas de l'assignation DBA avec indication d'état, il y a trois mécanismes pour transmettre la signalisation d'assignation DBA sur le réseau G-PON: indications d'état dans le surdébit PLOu, signalisation superposée à la signalisation DBRu et signalisation par unité ONU dans la charge utile d'assignation DBA. Le principe de ces mécanismes est décrit comme suit.

Les indications d'état offrent une indication rapide mais simple du trafic en instance au niveau de l'unité ONU. L'indication est transportée dans le champ "Ind" du surdébit PLOu. Il y a quatre fanions de signalisation, à raison d'un pour chaque type de conteneur T-CONT. Cette méthode vise à donner à la terminaison OLT une rapide alerte selon laquelle la surveillance d'assignation DBA est requise dans l'unité ONU en question, mais elle n'identifie pas individuellement les conteneurs T-CONT en question, ni n'offre de quelconque détail quant à la grandeur de la largeur de bande.

La signalisation superposée offre une mise à jour permanente des états du trafic d'un conteneur T-CONT spécifique. Cette signalisation est transportée dans la signalisation DBRu associée au conteneur T-CONT en question. Il y a trois formats pour ce type de signalisation (types 0, 1 et 2). Le format du type de signalisation 0 est la méthode prise en charge par défaut et les autres types sont facultativement pris en charge.

La signalisation entièrement par unité ONU fournit un moyen pour l'unité ONU d'envoyer dans une même transmission un signal d'assignation DBA concernant l'un quelconque ou la totalité de ses conteneurs T-CONT. Ce signal est transporté dans une partition spéciale de la charge utile d'assignation DBA, que la terminaison OLT attribue en amont. La prise en charge de ce procédé est facultative.

Etant donné que certaines des fonctions de signalisation d'assignation DBA sont facultatives, la terminaison OLT et l'unité ONU doivent toujours effectuer une procédure de dialogue au moment du démarrage afin de négocier le type de signalisation d'assignation DBA qui sera utilisé. C'est le canal d'interface OMCI du réseau G-PON qui est utilisé à cette fin. En attendant que le dialogue avec l'interface OMCI ait eu lieu, les capacités d'assignation DBA ne devraient pas être utilisées. Cependant, le système de transport est rendu tolérant aux pannes par fixation de prescriptions de façon que l'unité ONU produise toujours le format correct de signalisation demandé par la terminaison OLT, quelles que soient ses capacités d'assignation DBA. Les détails particuliers des options, de leur gestion et des conditions de panne seront décrits ci-dessous.

8.4.1 Assignation DBA avec indication d'état

8.4.1.1 Définition du message

La signalisation d'assignation DBA par indication d'état se compose de 4 bits dans le champ "Ind" du surdébit PLOu. Ce signal est émis dans chaque transmission amont à partir d'une unité ONU. Chaque bit correspond à un type différent de conteneur T-CONT. Si le bit est réglé à 1 pour le type X de conteneur T-CONT, alors la terminaison OLT peut partir du principe qu'il y a certaines données en instance dans au moins une des mémoires tampons du conteneur T-CONT de type X. Si l'unité ONU a plus d'un seul conteneur T-CONT de ce type, le bit est l'opérateur logique OU de l'état de tous ces tampons. Dans un tel cas, la terminaison OLT ne saura pas quel conteneur T-CONT possède des données en instance et devra effectuer d'autres actions.

Concernant les conteneurs des types 2 à 4, il n'y a pas de composant de largeur de bande fixe dans le contrat. Donc, si de quelconques données sont en instance dans ces conteneurs T-CONT, le fanion correspondant est réglé à 1. Cependant, le type de conteneur T-CONT 5 est spécial, en ce sens que son tampon pourrait contenir des données qui appartiennent à la partie de son contrat concernant la largeur de bande fixe. Les données à largeur de bande fixe ne devraient pas déclencher l'indication d'état, étant donné que cela aurait comme résultat que l'indication serait toujours réglée à 1. Donc, pour les conteneurs T-CONT de type 5, seule la présence de données à largeur de bande non fixe devrait provoquer le réglage à 1 du fanion d'indication.

Ces indications d'état visent à offrir à la terminaison OLT l'avertissement préliminaire qu'il y a des données en instance. Cependant, l'algorithme d'assignation DBA de la terminaison OLT n'a pas besoin d'attendre de telles indications avant d'accorder de la largeur de bande aux unités ONU. Une telle prescription pourrait apporter des retards dans la fourniture de la largeur de bande initiale aux unités ONU.

8.4.1.2 Options disponibles à l'unité ONU et à la terminaison OLT

Les unités ONU et les terminaisons OLT peuvent ou ne peuvent pas prendre en charge cette forme de signalisation d'assignation DBA. Si l'unité ONU ne prend pas en charge ce mode de signalisation, elle devrait toujours régler ce bit à zéro. Noter que si une unité ONU ne prend pas en charge un certain type de conteneur T-CONT, alors ce bit peut être toujours réglé à zéro. La conception de la terminaison OLT doit toujours prendre en compte le fait que certaines implémentations d'unité ONU peuvent régler constamment toutes les indications d'état à zéro. Si la terminaison OLT ne prend pas en charge ce mode, les bits d'état sont ignorés.

8.4.1.3 Traitement des cas exceptionnels

Etant donné que ce mode de signalisation utilise des bits à emplacement fixe dans une structure existante, les désaccords sur la prise en charge de ce mode ne provoqueront pas d'erreurs de cadrage. L'algorithme de la terminaison OLT doit toujours être conçu de façon à pouvoir traiter les deux types d'unités ONU.

8.4.2 Signalisation d'assignation DBA par superposition à la signalisation DBRu

8.4.2.1 Définition du message

La signalisation d'assignation DBA par superposition se compose d'un message de 1, 2, ou 4 octets qui spécifie la grandeur des données en instance dans le tampon de conteneurs T-CONT correspondant à l'identificateur Alloc-ID qui a déclenché la transmission de la signalisation DBRu. La terminaison OLT déclenche la transmission de la signalisation DBRu en fixant la séquence binaire appropriée dans le champ de fanion de la structure d'attribution de la trame d'affectation de largeur de bande. La signalisation est alors assurée par le CRC-8 qui fait partie de la signalisation DBRu.

Le message de signalisation utilise le nombre de cellules ATM ou de blocs GEM qui sont en instance dans le tampon de conteneurs T-CONT en tant qu'unité de base. Il y a trois formats autorisés, comme décrit dans l'Appendice II/G.983.4. Ces formats sont décrits ci-dessous:

- mode 0: un seul champ signale la quantité totale de données dans le tampon de conteneurs T-CONT;
- mode 1: deux champs, dont le premier signale la quantité de données avec des "jetons de débit PCR" (1 octet) et le second signale la quantité de données avec des "jetons de débit SCR" (1 octet) dans le tampon de conteneurs T-CONT. Ce type de signalisation convient aux types de conteneur T-CONT 3 et 5;
- mode 2: quatre champs, dont le premier contient le codage non linéaire du nombre total de cellules de classe T-CONT#2 qui ont des jetons de débit PCR (largeur de bande assurée) (1 octet). Le second champ contient le codage non linéaire du nombre total de cellules de classe T-CONT#3 qui ont des jetons de débit SCR (largeur de bande assurée) (1 octet). Le troisième champ contient le codage non linéaire du nombre total de cellules de classe T-CONT#3 qui ont des jetons de débit PCR (largeur de bande non assurée) (1 octet). Le quatrième champ contient le codage non linéaire du nombre total de cellules de classe T-CONT#4 qui ont des jetons de débit PCR (largeur de bande au mieux) (1 octet). Ce type de signalisation utilise 4 octets au total et convient à la signalisation du type de conteneur T-CONT 5 ou pour permettre à des unités ONU d'offrir une signalisation résumée de tous ses conteneurs T-CONT sous-jacents dans un même message;
- dans les modes 1 et 2, "PCR" et "SCR" représentent respectivement la largeur de bande maximale et la largeur de bande garantie des connexions sous-jacentes. Ces informations sont spécifiées dans des cellules pour les connexions en mode ATM ou dans des blocs de signalisation de longueur fixe pour les connexions en mode GEM.

Tous les types de signalisation utilisent un champ commun d'une longueur de 1 octet pour la transmission du nombre de cellules ou de blocs contenus dans le tampon. Le champ de signalisation est configuré sur la base de ce champ en mini-intervalles spécifiés dans la Rec. UIT-T G.983.4. Cependant, un code non valide est spécifié au lieu d'un code de réserve dans la Rec. UIT-T G.983.4, de façon que l'unité ONU puisse indiquer qu'elle ne peut pas signaler la valeur réelle. La séquence binaire révisée est représentée dans le Tableau 8-1.

Tableau 8-1/G.984.3 – Séquences binaires dans les champs de signalisation d'assignation DBA

Longueur de file	Entrée binaire (ONU)	Codage d'octet	Sortie binaire (OLT)
0-127	00000000abcdefg	0abcdefg	00000000abcdefg
128-255	00000001abcdefx	10abcdef	00000001abcdef1
256-511	0000001abcdexxxx	110abcde	0000001abcde111
512-1023	000001abcdxxxxxx	1110abcd	000001abcd11111
1024-2047	00001abcxxxxxxxx	11110abc	00001abc1111111
2048-4095	0001abxxxxxxxxxx	111110ab	0001ab111111111
4096-8191	001axxxxxxxxxxxxxx	1111110a	001a11111111111
>8191	01xxxxxxxxxxxxxxxx	11111110	011111111111111
Non valide	N/A	11111111	N/A

La longueur de file dans le Tableau 8-1 désigne le nombre de cellules en mode ATM et le nombre de blocs de signalisation en mode GEM, contenus dans le tampon de conteneurs T-CONT. La valeur par défaut de ce nombre est de 48 octets. Bien que la structure de file dépende de l'implémentation, le concept de tampon de conteneurs T-CONT est le même qu'au § 1.3/G.983.4.

NOTE – Signalisation en mode GEM

Dans le cas du mode GEM, la longueur réelle des paquets est réduite au nombre de blocs de signalisation. Le nombre de blocs de signalisation de longueur B est calculé par un processus d'arrondissement total par excès. En bref, si k paquets de longueur L_i ($i = 1, \dots, k$) sont mémorisés dans un tampon de conteneurs T-CONT, la valeur signalée, R , est calculée comme suit.

$$R = \text{int} \left(0,99 + \frac{1}{B} \sum_{i=1}^k L_i \right)$$

où $\text{int}()$ est la fonction qui renvoie la partie entière de son argument.

8.4.2.2 Options disponibles à l'unité ONU et à la terminaison OLT

La prise en charge de la signalisation d'assignation DBA par superposition est facultative pour l'unité ONU. Si celle-ci prend effectivement en charge la signalisation par superposition, elle doit toujours prendre en charge le format de signalisation en mode 0. Elle peut facultativement prendre en charge les modes 1 et/ou 2. La terminaison OLT doit toujours prendre en charge le mode 0 de signalisation DBA par superposition et peut facultativement prendre en charge les modes 1 et 2.

La terminaison OLT découvre les capacités de l'unité ONU au moyen de l'interface OMCI. Compte tenu des capacités de l'unité ONU et des siennes propres, la terminaison OLT peut régler le mode de signalisation de chaque conteneur T-CONT. L'unité ONU devrait alors être en mesure de répondre à l'attribution de signalisation DBRu (fanion activé) de façon normale.

8.4.2.3 Traitement des cas exceptionnels

La terminaison OLT ne devrait pas envoyer d'attribution DBRu demandant un format incorrect de signalisation DBRu. Le format de la signalisation DBRu est convenablement régi par l'interface OMCI. Cependant, en raison d'erreurs de configuration ou de transitoires de commutation, la terminaison OLT peut demander un type de signalisation DBRu que l'unité ONU n'attend pas ou ne prend pas en charge. Quand cette erreur se produit, l'unité ONU doit toujours répondre par le format de signalisation DBRu demandé dans l'attribution, mais l'unité ONU devrait remplir les champs avec un code non valide dans le format demandé par erreur. La terminaison OLT va alors interpréter ces champs comme une erreur et va ignorer la signalisation DBRu. En fait, la terminaison OLT va conserver le cadrage de la rafale, étant donné que la longueur de la signalisation DBRu émise par l'unité ONU concorde toujours avec celle qui est attendue par la terminaison OLT.

8.4.3 Signalisation d'assignation DBA entièrement par unité ONU

8.4.3.1 Définition du message

La signalisation d'assignation DBA entièrement par unité ONU autorise l'unité ONU à transmettre les signalisations d'assignation DBA pour l'un quelconque de ses conteneurs T-CONT. A la différence de la méthode de superposition, la méthode de signalisation entièrement par unité ONU donne à l'unité ONU la latitude de choisir les conteneurs T-CONT qu'elle souhaite signaler. En général, cette latitude permettra à la terminaison OLT de programmer dans le temps une charge utile d'assignation DBA considérablement plus courte que celle qui est requise afin de signaler complètement tous les conteneurs T-CONT se trouvant dans l'unité ONU. Les conteneurs T-CONT peuvent alors entrer en concurrence en termes de temps de signalisation et l'unité ONU peut effectuer des choix intelligents en termes de programmation dans le temps.

Les signalisations sont formatées de la même façon que la signalisation DBRu, mais elles sont préfixées avec deux octets qui transportent l'identificateur Alloc-ID correspondant à la signalisation des conteneurs T-CONT et avec deux copies de l'indication du mode de signalisation DBRu (au moyen des séquences binaires définies pour le champ de fanion de l'identificateur Alloc-ID), comme illustré dans la Figure 8-18. Étant donné que la terminaison OLT n'est pas informée du format de signalisation, il faut qu'une tolérance supplémentaire aux erreurs soit appliquée à l'indication du mode de signalisation DBRu. Dans le format représenté dans la Figure 8-18, cette information est exprimée trois fois. Il y a deux copies explicites dans les indications du mode de signalisation DBRu et une seule copie implicite dans l'identificateur Alloc-ID, étant donné que chaque Alloc-ID a un mode associé. Il en découle que la terminaison OLT peut comparer les trois indications de format et prendre une décision majoritaire afin de déterminer la longueur de la signalisation. Ce résultat peut alors être confirmé par la présence du CRC-8 à l'emplacement prédit. Si la terminaison OLT perd le cadrage, soit à cause d'une impossibilité de prendre une décision claire concernant le format de signalisation DBRu soit à cause d'une erreur incorrigible de CRC, cette terminaison OLT rejette généralement le reste de la signalisation d'assignation DBA. Noter qu'il faudra deux erreurs binaires afin que ce cas puisse se produire.

Mode 0:

Alloc-ID 12 bits	MI 2b	MI 2b	Champ1 8 bits	CRC-8 8 bits
---------------------	----------	----------	------------------	-----------------

Mode 1:

Alloc-ID 12 bits	MI 2b	MI 2b	Champ1 8 bits	Champ2 8 bits	CRC-8 8 bits
---------------------	----------	----------	------------------	------------------	-----------------

Mode 2:

Alloc-ID 12 bits	MI 2b	MI 2b	Champ1 8 bits	Champ2 8 bits	Champ3 8 bits	Champ4 8 bits	CRC-8 8 bits
---------------------	----------	----------	------------------	------------------	------------------	------------------	-----------------

G.984.3_F8-18

Figure 8-18/G.984.3 – Les trois formats de la fonction de signalisation d'assignation DBA entièrement par unité ONU

Les structures de signalisation d'assignation DBA entièrement par unité ONU sont protégées au moyen d'un CRC-8 faisant appel au même polynôme que dans la Rec. UIT-T I.432.1 ($g(x) = x^8 + x^2 + x + 1$). Contrairement à la Rec. UIT-T I.432.1 cependant, le CRC n'est pas combiné par opérateur OUX avec 0x55. La terminaison OLT implémentera les fonctions de détection et de correction d'erreur du CRC-8. Si celui-ci indique qu'une erreur incorrigible s'est produite, alors les informations se trouvant dans la structure seront ignorées.

8.4.3.2 Options disponibles à l'unité ONU et à la terminaison OLT

La capacité de signalisation entièrement par unité ONU est facultative pour l'unité ONU et pour la terminaison OLT. La terminaison OLT découvre les capacités de l'unité ONU au moyen de l'interface OMCI. Compte tenu de la capacité de l'unité ONU, la terminaison OLT peut attribuer un nouvel identificateur Alloc-ID et le configurer pour la signalisation d'assignation DBA entièrement par unité ONU. L'unité ONU devrait alors être en mesure de répondre à l'identificateur Alloc-ID de façon normale.

8.4.3.3 Traitement des cas exceptionnels

La terminaison OLT ne devrait pas essayer de configurer un identificateur Alloc-ID aux fins de la signalisation entière d'assignation DBA si l'unité ONU ne prend pas en charge cette fonction. Cependant, si elle la prend en charge, l'unité ONU va répondre à l'attribution mais remplira la charge utile avec une série de zéros comme si elle n'avait aucune signalisation à envoyer. La terminaison OLT va recevoir cette transmission sans incident et la négligera.

9 Messages dans la couche GTC

Le présent paragraphe est centré sur les messages OAM dans la couche Physique.

Il y a trois méthodes permettant d'acheminer des informations entre le poste de gestion du réseau, la terminaison OLT et les unités ONU.

Canaux de flux OAM imbriqués. Plusieurs champs sont définis dans les structures de trame aval et amont. Ces champs acheminent des informations en temps réel telles que les échanges de sécurité, les assignations DBA et la surveillance du BER de liaison. Ces champs sont décrits au § 8.

Messages PLOAM. Un message spécialisé de 13 octets peut être envoyé en aval par la terminaison OLT vers les unités ONU et par les unités ONU en amont vers la terminaison OLT afin d'échanger des fonctions OAM. Ces fonctions sont décrites dans le présent paragraphe.

Transport d'interface OMCI afin d'acheminer des informations OAM par canal spécialisé en mode GEM ou par identificateurs VPI/VCI spécialisés en mode ATM. La méthode de transport exacte est décrite au § 14. La syntaxe de l'interface OMCI est décrite dans la Recommandation relative à l'interface OMCI du réseau G-PON.

9.1 Format de message PLOAM

Les alarmes relatives au flux OAM ou les alertes de franchissement de seuil déclenchées par des événements sont transportées au moyen de messages dans un champ PLOAM de 13 octets. Tous les messages relatifs aux activations sont également insérés dans le champ de message du champ PLOAM.

La structure des messages de couche de convergence GTC est représentée dans la Figure 9-1 et est définie plus en détail dans les définitions suivantes.

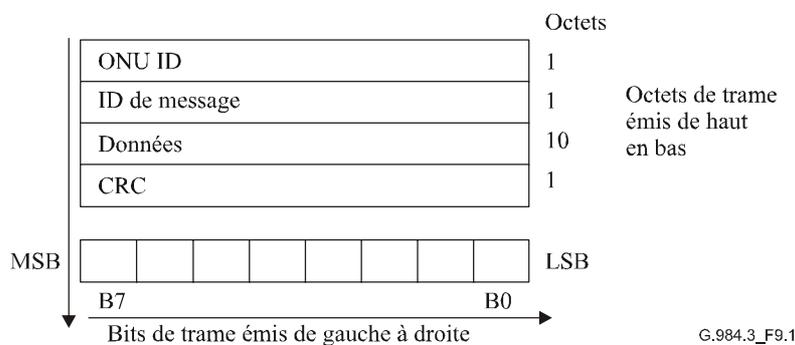


Figure 9-1/G.984.3 – Structure de message générique

9.1.1 Identificateur ONU-ID

Cet identificateur désigne une unité ONU particulière. Pendant le protocole de télémétrie, l'unité ONU reçoit en attribution un nombre qui est l'identificateur ONU-ID. Cet identificateur ONU-ID peut être compris entre 0 et 253. Pour diffusion à toutes les unités ONU, ce champ est réglé à 0xFF.

9.1.2 Identificateur de message

Indique le type de message.

9.1.3 Données de message

Ces octets servent à la charge utile des messages de la couche de convergence GTC.

9.1.4 CRC

Ce champ est la séquence de vérification de trame. Le message sera rejeté dès réception si le CRC est incorrect.

Le CRC doit être le reste de la division (modulo 2) par le polynôme générateur $x^8 + x^2 + x + 1$ du produit de x^8 par le polynôme ayant comme coefficients le contenu du champ de message sauf le champ du CRC.

A l'émetteur, le contenu initial du registre du dispositif calculant le reste de la division est pré-réglé sur la série de zéros et est ensuite modifié par division du champ de message – sauf le champ du CRC – par le polynôme générateur (comme décrit ci-dessus); le reste de l'opération est transmis comme octet de CRC.

9.2 Messages de commande

La durée de traitement de tous les messages en aval est de 750 μ s, qui est la durée requise par l'unité ONU afin de traiter un message aval et préparer toutes actions correspondantes en amont.

9.2.1 Définition des messages en aval

Le tableau suivant montre la définition des messages en aval.

	Nom du message	Fonction	Déclenchement	Fois envoyé	Effet de la réception
1	Surdébit-amont	Indique à l'unité ONU le retard d'égalisation préassigné et le nombre d'octets de préambule à utiliser en amont. En outre, la puissance optique d'ONU et le nombre de transmissions de numéro SN par demande de numéro SN sont définis.	Chaque fois que le processus d'activation est lancé.	3	L'unité ONU active le retard d'égalisation préassigné.
2	Masque-de-numéro-de série	Fournit un numéro de série et un masque occultant une partie de ce numéro de série.	Afin de trouver le numéro de série d'une ONU unique.	1	Si le numéro de série et le masque concordent avec le numéro de série de l'unité ONU, celle-ci est autorisée à répondre aux demandes de numéro de série et de réglage de puissance.
3	Attribution-d'identificateur-d'ONU	Associe un numéro d'identificateur ONU-ID libre avec le numéro de série également fourni dans ce message.	Quand la terminaison OLT a trouvé le numéro de série d'une ONU unique.	3	L'unité ONU ayant ce numéro de série utilisera cet identificateur ONU-ID et sera désignée par lui.
4	Durée-de-téléométrie	Indique la valeur (exprimée en nombre de bits amont) qu'une unité ONU doit inscrire dans son registre de retard d'égalisation. Un champ spécialisé indique si ce retard d'égalisation concerne le trajet principal ou le trajet auxiliaire	Quand la terminaison OLT décide que le retard doit être mis à jour; voir le protocole de téléométrie.	3	L'unité ONU inscrit cette valeur dans le registre du retard d'égalisation.
5	Désactivation-d'ONU-ID	Donne instruction à une unité ONU ayant cet identificateur ONU-ID d'arrêter l'envoi de trafic en amont et de se réinitialiser. Ce message peut également être diffusé.	Quand des alarmes LOS, LOF, LCD, LOA et SUF sont détectées à partir de l'unité ONU	3	L'unité ONU ayant cet identificateur ONU-ID coupe le laser et l'identificateur d'unité ONU est ignoré. L'ONU passe à l'état initial
6	Désactivation-du-numéro-de-série	Désactive/active une unité ONU ayant ce numéro de série.	Sur ordre du système OpS.	3 ou jusqu'à ce qu'aucune rafale ne soit détectée.	Fait passer l'unité ONU à l'état d'arrêt d'urgence. L'unité ONU ne peut pas répondre aux pointeurs aval. Fait passer l'unité ONU à l'état initial. L'unité ONU peut répondre aux requêtes aval
7	Configuration-de-VP/VC	Ce message active ou désactive un VP/VC dans les sens aval et amont pour communication avec la couche ATM, c'est-à-dire afin de transporter le canal OMCC.	Quand la terminaison OLT décide d'établir ou de supprimer une connexion avec l'unité ONU.	3	L'unité ONU active/désactive ces VP/VC pour le canal de communication. Envoie 1 acquittement après chaque message correctement reçu.

	Nom du message	Fonction	Déclenchement	Fois envoyé	Effet de la réception
8	Port-ID/VPI-chiffré	Indique à des unités ONU quels canaux sont ou ne sont pas chiffrés.	Quand un nouveau canal doit être ou ne pas être chiffré.	3	Marque/démarque ce canal comme étant chiffré. Envoie 1 acquittement après chaque message correctement reçu.
9	Demande-de-mot-de-passe	Demande le mot de passe à partir d'une unité ONU afin de la vérifier. La terminaison OLT a une table locale de mots de passe des unités ONU connectées. Si, après une retéléométrie, le mot de passe a changé, il n'activera pas cette unité ONU.	Après qu'une unité ONU est télémesurée. C'est facultatif.	1	Envoie le message contenant le mot de passe 3 fois.
10	Assignation-d'Alloc-ID	Assigne un identificateur Alloc-ID à une unité ONU avec un identificateur ONU-ID spécifique	Quand un conteneur T-CONT est créé dans l'identificateur d'unité ONU	3	Les conteneurs T-CONT de l'unité ONU seront désignés par cet identificateur Alloc-ID
11	Absence-de-message	Aucun message n'est disponible quand une cellule PLOAM est émise	File de messages vide.	–	
12	Alarme-de-protection	La terminaison OLT force toutes les unités ONU qui sont dans l'état-d'alarme-de-protection et non dans l'état LOS/LOF à passer de l'état-d'alarme-de-protection à l'état-de-téléométrie (O5) ou ordonne à une unité ONU spécifique de passer directement à l'état-de-fonctionnement (O6)	Afin d'accélérer l'activation des unités ONU dans un état de perte LOS.	3	L'unité ONU passe à l'état-de-téléométrie (O5), (ou à l'état-de-fonctionnement (O6)).
13	Demande-de-clé	La terminaison OLT déclenche la production par l'unité ONU d'une nouvelle clé de chiffrement et l'envoi en amont	A une fréquence déterminée par le système OpS	1	Envoie le message Clé-de-chiffrement trois fois
14	Configuration du Port-ID	Ce message associe le canal d'interface OMCI à traitement interne dans l'unité ONU avec un identificateur Port-ID de 12 bits qui est suffixé au surdébit en mode GEM et utilisé comme mécanisme d'adressage afin de router les informations d'interface OMCI sur le canal GEM.	Sur ordre du système OpS.	3	Le point d'accès à la gestion logique est attribué avec l'identificateur Port-ID
15	PEE – Erreur d'équipement physique	Indique aux unités ONU que la terminaison OLT n'est pas en mesure d'envoyer à la fois des cellules ATM, des trames GEM et des cellules OMCC	Quand la terminaison OLT détecte qu'elle ne peut pas envoyer à la fois des cellules ATM, des trames GEM et des cellules OMCC	1 fois/s	L'alarme d'erreur PEE est validée par l'unité ONU
16	Changement-de-niveau-de-puissance	La terminaison OLT déclenche l'augmentation ou la diminution par l'unité ONU de son niveau de puissance émise	Quand la terminaison OLT détecte que la puissance de l'unité ONU est inférieure/supérieure à un seuil prédéfini	1	ONU ajuste son niveau de puissance émise en conséquence

	Nom du message	Fonction	Déclenchement	Fois envoyé	Effet de la réception
17	PST	Vérifie la connexité ONU-OLT dans une configuration de réseau PON autorétablissable et effectue une commutation APS	Périodiquement et également après détection de dérangements	1 fois/s	L'ONU vérifie le numéro de liaison et agit sur les commandes de commutation APS
18	Intervalle-de-BER	Définit l'intervalle de cumul par unité ONU, exprimé en nombre de trames en aval pour l'unité ONU compte tenu du nombre d'erreurs binaires en aval.	Le système OpS définit cet intervalle et peut viser une seule unité ONU particulière.	3	L'unité ONU arme un temporisateur et cumule les erreurs en aval. Un acquittement est émis pour chaque message correct.
19	Instant-de-changement-de-clé	La terminaison OLT indique à l'unité ONU à quel moment elle doit utiliser la nouvelle clé de chiffrement	Quand la terminaison OLT est prête à changer la clé	3	ONU se prépare à changer de clé à l'instant indiqué.

9.2.2 Définition des messages en amont

Le tableau suivant montre la définition des messages en amont.

	Nom du message	Fonction	Déclenchement	Fois envoyé	Effet de la réception
1	Numéro-de-série-d'ONU	Contient le numéro de série d'une unité ONU.	L'unité ONU envoie ce message quand elle est en mode de télémétrie et dès réception d'un identificateur Alloc-ID de télémétrie (254)	X peut être émis plusieurs fois pendant l'intervalle de télémétrie	La terminaison OLT extrait le numéro de série et peut attribuer un identificateur ONU-ID libre à cette unité ONU. Ce message inclut le retard aléatoire actuellement utilisé afin d'activer le premier mesurage du temps RTD pendant l'acquisition du numéro SN
2	Mot-de-passe	Vérifie une unité ONU d'après son mot de passe.	Quand la terminaison OLT demande le mot de passe par le message "Demande-de-mot-de-passe"	3	Si la terminaison OLT reçoit 3 mots de passe identiques, ce mot est déclaré valide. La suite du traitement dépend du système.
3	Expiration	Informe la terminaison OLT que l'unité ONU va s'éteindre en fonctionnement normal afin d'empêcher la terminaison OLT d'émettre une signalisation d'alarme inutile.	L'unité ONU produit ce message quand l'extinction est activée en fonctionnement normal.	Au moins 3 fois	Mise à l'écart de toutes les alarmes subséquentes pour cette unité ONU. Information du système OpS.
4	Absence-de-message	Découplage de débit pour canal PLOAM, opportunité de commande de puissance pour l'unité ONU	File de message vide.		Néant
5	Clé-de-chiffrement	Envoie un fragment de la nouvelle clé de chiffrement à la terminaison OLT	La terminaison OLT envoie le message "Demande-de-clé"	3 pour chaque fragment	La terminaison OLT vérifie chaque fragment quant à des erreurs et mémorise la clé résultante, si elle est validée. La terminaison OLT peut alors programmer dans le temps un événement de changement de clé.

	Nom du message	Fonction	Déclenchement	Fois envoyé	Effet de la réception
6	Erreur d'équipement physique	Indique à la terminaison OLT que l'unité ONU n'est pas en mesure d'envoyer à la fois des cellules ATM, des trames GEM et des cellules/trames de canal OMCC dans le sens des couches ATM/GEM vers la couche TC.	Quand l'unité ONU détecte qu'elle ne peut pas envoyer à la fois des cellules ATM, des trames GEM et des cellules OMCC dans le sens des couches ATM/GEM vers la couche TC.	1 fois/s	L'alarme d'erreur PEE est validée à la terminaison OLT
7	PST	Vérifie la connexité ONU-OLT dans une configuration de réseau PON autorétablistable et effectue une commutation APS	Périodiquement et également après détection de dérangements	1 fois/s	L'ONU vérifie le numéro de liaison et agit sur les commandes de commutation APS
8	Indication-d'erreur-distante	Contient le nombre d'erreurs détectées par parité BIP décompté pendant l'intervalle de BER	Quand l'intervalle de BER a expiré	1 fois / par intervalle de BER	La terminaison OLT peut déterminer le BER en fonction du temps pour chaque unité ONU
9	Acquittement	Message utilisé par l'unité ONU afin d'indiquer la réception de messages en aval.	Après réception correcte des messages en aval	1 fois	Ce message assure le transport fiable des messages en aval

9.2.3 Format des messages en aval

9.2.3.1 Message "Surdébit-amont"

Message "Surdébit-amont"		
Octet	Contenu	Description
1	11111111	Message diffusé à toutes les unités ONU
2	00000001	Identificateur du message "Surdébit-amont"
3	gggggggg	gggggggg = nombre de bits de garde
4	xxxxxxx	xxxxxxx = nombre de bits de préambule de type 1. Les bits de préambule de type 1 contiennent la structure "série de 1". Cette structure peut être réglée à zéro.
5	yyyyyyyy	yyyyyyyy = nombre de bits de préambule de type 2. Les bits de préambule de type 2 contiennent la structure "série de 0". Cette structure peut être réglée à zéro.
6	ccccccc	ccccccc = structure à utiliser pour les bits de préambule de type 3 (Note 1)
7	bbbbbbb	Données telles que programmées dans l'octet délimiteur 1 (Notes 2, 3)
8	bbbbbbb	Données telles que programmées dans l'octet délimiteur 2
9	bbbbbbb	Données telles que programmées dans l'octet délimiteur 3

Message "Surdébit-amont"		
Octet	Contenu	Description
10	xxemsspp	<p>xx = bits réservés</p> <p>e = état du mécanisme de préégalisation: "0" = aucun retard de préégalisation, "1" = utilisation du retard de préégalisation indiqués ci-dessous.</p> <p>m = état du mécanisme de masque de numéro de série: "0" = masque de numéro de série désactivé, "1" = masque de numéro de série activé</p> <p>ss = nombre maximal de transmissions supplémentaires du numéro SN émis en réponse à un seul SN-request. Par exemple, ss=10 désigne une unité ONU enverra 3 Transmissions de numéro SN pour répondre à un SN-request.</p> <p>Valeur par défaut: mode de réglage du niveau de puissance en émission de l'unité ONU</p> <p>pp = "00" – Mode 0: normal</p> <p>pp = "01" – Mode 1: normal – 3 dB</p> <p>pp = "10" – Mode 2: normal – 6 dB</p> <p>pp = "11" – réservés</p>
11	ddddddd	MSB de retard d'égalisation préassigné (32 octets unitaires)
12	ddddddd	LSB de retard d'égalisation préassigné (32 octets unitaires)
<p>NOTE 1 – La longueur de préambule type 3 peut être calculée en soustrayant du temps de surdébit total de couche Physique spécifié dans la Rec. UIT-T G.984.2 les durées attribuées à l'intervalle de sécurité, au préambule de type 1, au préambule de type 2 et aux trois octets du délimiteur. La structure spécifiée dans ce champ devrait être répétée autant de fois que nécessaire et être laissée justifiée de façon qu'un octet de structure partielle soit placé en adjacence au délimiteur.</p> <p>NOTE 2 – La structure du délimiteur occupe les trois derniers octets du temps de couche Physique. Dans de nombreux cas, la fonction réelle de verrouillage par délimiteur n'utilise pas la totalité de ces trois octets, de sorte que la structure constituée par les bits de poids fort dans le champ de délimiteur sert en fait de dernière partie du préambule. Dans les cas exceptionnels où l'intervalle de sécurité déborde sur le champ de délimiteur, l'intervalle de sécurité a priorité.</p> <p>NOTE 3 – Pour les délimiteurs de 16 bits, les valeurs suivantes sont proposées: 0x85B3, 0x8C5B, 0xB433, 0xB670 et 0xE6D0. Pour les délimiteurs de 20 bits, la valeur 0xB5983 est proposée.</p>		

9.2.3.2 Message "Masque-de-numéro-de-série"

Message "Masque-de-numéro-de-série"		
Octet	Contenu	Description
1	11111111	Message diffusé à toutes les unités ONU
2	00000010	ID d'identification de message "Masque-de-numéro-de série"
3	nnnnnnnn	Nombre de bits valides, comptés à partir du bit LSB de l'octet 4 jusqu'au bit MSB de l'octet 11
4	abcdefgh	Numéro de série: octet 1
5-10	
11	stuvwxyz	Numéro de série: octet 8
12	Non spécifié	

NOTE – Ce message est facultatif à la terminaison OLT si la méthode de "retard aléatoire" est utilisée. L'unité ONU doit toujours être en mesure d'interpréter ce message.

9.2.3.3 Message "Attribution-d'ONU-ID"

Message "Attribution-d'ONU-ID"		
Octet	Contenu	Description
1	11111111	Message diffusé à toutes les unités ONU
2	00000011	ID d'identification de message "Attribution-d'identificateur-d'ONU"
3	pppppppp	ONU-ID
4	abcdefgh	Numéro de série: octet 1
5-10	
11	stuvwxyz	Numéro de série: octet 8
12	Non spécifié	

NOTE – Ce message sert à attribuer un identificateur ONU-ID à une unité ONU physique. Ultérieurement, des identificateurs Alloc-ID seront attribués à chaque unité ONU de couche TC spécifique, conformément à son identificateur ONU-ID.

9.2.3.4 Message "Durée-de-télémetrie"

Message "Durée-de-télémetrie"		
Octet	Contenu	Description
1	ONU-ID	Message dirigé vers une seule unité ONU
2	00000100	ID d'identification de message "Durée-de-télémetrie"
3	0000000b	"0" – Retard d'égalisation dans la voie principale "1" – Retard d'égalisation dans la voie de protection
4	dddddddd	Bit MSB du retard
5	dddddddd	
6	dddddddd	
7	dddddddd	Bit LSB du retard
8-12	Non spécifié	

NOTE – L'unité du paramètre de retard d'égalisation est le bit.

NOTE – Les deux retards d'égalisation, dans la voie principale et dans la voie de protection, peuvent être attribués à l'unité ONU utilisant ce message.

9.2.3.5 Message "Désactivation-d'ONU-ID"

Message "Désactivation-d'ONU-ID"		
Octet	Contenu	Description
1	ONU-ID ou 11111111	Message dirigé vers une seule unité ONU ou vers toutes les unités ONU. En diffusion à toutes les unités ONU, ONU-ID = 0xFF.
2	00000101	ID d'identification de message "Désactivation-d'ONU-ID"
3-12	Non spécifié	

9.2.3.6 Message "Désactivation-du-numéro-de-série"

Message "Désactivation-du-numéro-de-série"		
Octet	Contenu	Description
1	11111111	Message diffusé à toutes les unités ONU
2	00000110	ID d'identification de message "Désactivation-du-numéro-de-série"
3	Désactive/active	0xFF: l'unité ONU ayant ce numéro de série est interdite d'accès en amont 0x0F: toutes les unités ONU qui ont été interdites d'accès en amont, peuvent participer au processus de télémetrie. Le contenu des octets 4-11 n'est pas applicable 0x00: l'unité ONU ayant ce numéro de série peut participer au processus de télémetrie
4	abcdefgh	Numéro de série: octet 1
5-10	
11	stuvwxyz	Numéro de série: octet 8
12	non spécifié	

9.2.3.7 Message "configuration-de-VP/VC"

Message "configuration-de-VP/VC"		
Octet	Contenu	Description
1	ONU-ID	Message dirigé vers une seule unité ONU
2	00000111	ID d'identification de message "Configuration-de-VP/VC"
3	0000000a	Les octets 4 à 11 définissent les VP/VC aval et amont a: 1 active ce VP/VC a: 0 désactive ce VP/VC
4	HEADER1	En-tête ATM: octet 1 (MSB)
5	HEADER2	En-tête ATM: octet 2
6	HEADER3	En-tête ATM: octet 3
7	HEADER4	En-tête ATM: octet 4 (LSB) Les 4 bits de poids faible (PTI et CLP) sont transparents pour la couche TC.
8	MASK1	Tous les bits de masque qui sont réglés à 1 définissent les bits correspondants dans l'en-tête qui doit toujours être utilisé pour la terminaison ou la production de cellules dans la couche ATM
9	MASK2	
10	MASK3	
11	MASK4	Seuls les 4 bits de poids fort sont utilisés.
12	Non spécifié	

9.2.3.8 Message "Port-ID/VPI-chiffré"

Message "Port-ID/VPI-chiffré"		
Octet	Contenu	Description
1	ONU-ID	Message dirigé vers une seule unité ONU
2	00001000	ID d'identification de message "Port-ID/VPI-chiffré"
3	xxxxxxba	a = 1: chiffré a = 0: non chiffré b = 0: VPI (les octets 4, 5 sont ignorés) b = 1: identificateur Port-ID en mode GEM (les octets 6, 7 sont ignorés)
4	abcdefgh	abcdefgh = Port-ID[11..4]
5	ijkl0000	ijklmnop = Port-ID[3..0]
6	abcdefgh	abcdefgh = VPI[11..4]
7	ijkl0000	ijkl = VPI[3..0]
8-12	Non spécifié	

9.2.3.9 Message "Demande-de-mot-de-passe"

Message "Demande-de-mot-de-passe"		
Octet	Contenu	Description
1	ONU-ID	Message dirigé vers une seule unité ONU
2	00001001	ID d'identification de message "Demande-de-mot-de-passe"
3-12	Non spécifié	

9.2.3.10 Message "Assignment-d'Alloc-ID"

Message "Assignment-d'Alloc-ID"		
Octet	Contenu	Description
1	ONU-ID	Message dirigé vers une seule unité ONU
2	00001010	ID d'identification de message "Assignment-d'Alloc-ID"
3	pppppppp	AllocID[11-4].
4	pppp0000	AllocID[3-0].
5	Alloc-ID type	Indique le type de charge utile pour lequel cet Alloc-ID va être utilisé: 0: charge utile ATM 1: charge utile GEM 2: charge utile DBA 3-255: bits réservés
6-12	Non spécifié	

9.2.3.11 Message "Absence-de-message"

Message "Absence-de-message"		
Octet	Contenu	Description
1	11111111	Message diffusé à toutes les unités ONU
2	00001011	ID d'identification de message "Absence-de-message"
3-12	Non spécifié	

9.2.3.12 Message "Alarme-de-protection"

Message "Alarme-de-protection"		
Octet	Contenu	Description
1	ONU-ID ou 11111111	Message dirigé vers une seule unité ONU ou vers toutes les unités ONU. En diffusion à toutes les unités ONU, ONU-ID = 0xFF.
2	00001100	ID d'identification de message "Alarme-de-protection"
3-12	Non spécifié	

NOTE – Toutes les unités ONU qui sont dans l'état-d'alarme-de-protection et qui reçoivent un message diffusé "Alarme-de-protection", retournent à l'état-de-téléométrie. Une unité ONU qui reçoit un message spécifique "Alarme-de-protection" (avec son identificateur ONU-ID) passe directement à l'état-de-fonctionnement tout en conservant son retard d'égalisation, son identificateur ONU-ID et ses identificateurs Alloc-ID.

9.2.3.13 Message "Demande-de-clé"

Message "Demande-de-clé"		
Octet	Contenu	Description
1	ONU-ID	Message dirigé vers une seule unité ONU
2	00001101	ID d'identification de message "Demande-de-clé"
3-12	Non spécifié	

9.2.3.14 Message "Configuration du Port-ID"

Message "Configuration du Port-ID"		
Octet	Contenu	Description
1	ONU-ID	Message dirigé vers une seule unité ONU
2	00001110	ID d'identification de message "Configuration du Port-ID"
3	0000000a	Les octets 4-5 définissent l'identificateur Port-ID aval ou amont a: 1 active cet identificateur Port-ID a: 0 désactive cet identificateur Port-ID
4	abcdefgh	abcdefgh = Port-ID[11..4]
5	ijkl0000	ijklmnop = Port-ID[3..0]
6-12	Non spécifié	

9.2.3.15 Message "PEE – Erreur-d'équipement-physique"

Message "PEE – Erreur-d'équipement-physique"		
Octet	Contenu	Description
1	11111111	Message diffusé à toutes les unités ONU
2	00001111	ID d'identification de message "PEE – Erreur-d'équipement-physique"
3-12	Non spécifié	

9.2.3.16 Message "Changement-de-niveau-de-puissance"

Message "Changement-de-niveau-de-puissance"		
Octet	Contenu	Description
1	ONU-ID ou 11111111	Message dirigé vers une seule unité ONU ou vers toutes les unités ONU. En diffusion à toutes les unités ONU, ONU-ID = 0xFF.
2	00010000	ID d'identification de message "Changement-de-niveau-de-puissance"
3	000000ID	ID = "10": augmentation de la puissance émise par l'ONU ID = "01": diminution de la puissance émise par l'ONU ID = "00" ou "11": pas d'action
4-12	Non spécifié	

9.2.3.17 Message "PST"

Message "PST"		
Octet	Contenu	Description
1	ONU-ID ou 11111111	Message dirigé vers une seule unité ONU ou vers toutes les unités ONU. En diffusion à toutes les unités ONU, ONU-ID = 0xFF.
2	00010001	ID d'identification de message "PST"
3	Line number	Peut être 0 ou 1
4	Control	C'est l'octet K1 comme spécifié dans la Rec. UIT-T G.841
5	Control	C'est l'octet K2 comme spécifié dans la Rec. UIT-T G.841
6-12	Non spécifié	

9.2.3.18 Message "Intervalle-de-BER"

Message "Intervalle-de-BER"		
Octet	Contenu	Description
1	ONU-ID ou 11111111	Message dirigé vers une seule unité ONU ou vers toutes les unités ONU. En diffusion à toutes les unités ONU, ONU-ID = 0xFF.
2	00010010	ID d'identification de message "intervalle-de-BER"
3	Interval1	Bits MSB du champ de 32 bits: intervalle-de-BER, en unités de trames en aval.
4	Interval2	
5	Interval3	
6	Interval4	Bits LSB du champ de 32 bits: intervalle-de-BER, en unités de trames en aval.
7-12	Non spécifié	

9.2.3.19 Message "Instant-de-changement-de-clé"

Message "Instant-de-changement-de-clé"		
Octet	Contenu	Description
1	ONU-ID ou 11111111	Message dirigé vers une seule unité ONU ou vers toutes les unités ONU. En diffusion à toutes les unités ONU, ONU-ID = 0xFF.
2	00010011	ID d'identification de message "Instant-de-changement-de-clé"
3	FrameCounter1	Bits MSB du champ de 30 bits du compteur de supertrames de la première trame à utiliser la nouvelle clé
4	FrameCounter2	
5	FrameCounter3	
6	FrameCounter4	Bits LSB du champ de 30 bits du compteur de supertrames de la première trame à utiliser la nouvelle clé.
7-12	Non spécifié	

9.2.4 Format des messages en amont

9.2.4.1 Message "Numéro-de-série-d'ONU"

Numéro-de-série-d'ONU		
Octet	Contenu	Description
1	11111111 ONU-ID	Aucun identificateur ONU-ID n'a encore été attribué Si l'identificateur d'unité ONU était attribué à cette unité ONU
2	00000001	ID d'identification de message "Numéro-de-série-d'ONU"
3	VID1	Identificateur du vendeur: octet 1
4	VID2	Identificateur du vendeur: octet 2
5	VID3	Identificateur du vendeur: octet 3
6	VID4	Identificateur du vendeur: octet 4
7	VSSN1	Numéro de série propre au vendeur: octet 1
8	VSSN2	Numéro de série propre au vendeur: octet 2
9	VSSN3	Numéro de série propre au vendeur: octet 3
10	VSSN4	Numéro de série propre au vendeur: octet 4
11	RRRRRRRR	Le retard aléatoire (MSB) (en 32 octets unitaires) utilisé par l'unité ONU lors de l'envoi de ce message
12	RRRRAGTT	RRRR = retard aléatoire (LSB) (en 32 octets unitaires) utilisé par l'unité ONU lors de l'envoi de ce message A = le transport en mode ATM est pris en charge par cette unité ONU (A = 1 – pris en charge) G = le transport en mode GEM est pris en charge par cette unité ONU (G = 1 – pris en charge) TT = mode du niveau de puissance d'émission utilisé par l'unité ONU TT = 00 – Basse puissance TT = 01 – Moyenne puissance TT = 10 – Haute puissance TT = 11 – bits réservés

NOTE – Le code réglé pour l'identificateur du vendeur est spécifié dans la norme nationale ANSI T1.220. Les 4 caractères sont insérés dans le champ de 4 octets par prélèvement puis concaténation de tous les codes de caractères ASCII/ANSI. Exemple: Identificateur du vendeur = ABCD → VID1 = 0x41, VID2 = 0x42, VID3 = 0x43, VID4 = 0x44.

9.2.4.2 Message "Mot-de-passe"

Message "Mot-de-passe"		
Octet	Contenu	Description
1	ONU-ID	Indique l'unité ONU émettant ce message
2	00000010	ID d'identification de message "Mot-de-passe"
3	pppppppp	Mot-de-passe1
4-11
12	pppppppp	Mot-de-passe10

9.2.4.3 Message "Expiration"

Message "Expiration"		
Octet	Contenu	Description
1	ONU-ID	Indique l'unité ONU émettant ce message
2	00000011	ID d'identification de message "Expiration"
3..12	Non spécifié	

NOTE – Dans la Rec. UIT-T G.983.1, le nom de ce message est "R-INH".

9.2.4.4 Message "Absence-de-message"

Message "Absence-de-message"		
Octet	Contenu	Description
1	ONU-ID	Indique l'unité ONU émettant ce message
2	00000100	ID d'identification de message "Absence-de-message"
3..12	Non spécifié	Les données que l'unité ONU place dans ce message peuvent être utilisées comme une structure fixe et connue pour le mesurage et la commande de son émetteur. L'unité ONU doit toujours conformer les données de façon que, quand elles sont brassées, la structure recherchée soit obtenue. En outre, l'on devrait veiller à ne pas produire plus de 72 chiffres identiques consécutifs, sinon le récepteur de la terminaison OLT peut passer en perte LOS.

9.2.4.5 Message "Clé-de-chiffrement"

Octet	Contenu	Description
1	ONU-ID	Indique l'unité ONU émettant ce message
2	0000 0101	ID d'identification de message "Clé-de-chiffrement"
3	Key_Index	Index indiquant quelle clé d'ONU est transportée par ce message
4	Frag_Index	Index indiquant quelle partie de la clé est transportée par ce message (Note)
5	KeyBYTE0	Octet 0 de fragment (Frag_Index) de clé (Key_Index)
6	KeyBYTE1	Octet 1 de fragment (Frag_Index) de clé (Key_Index)
7	KeyBYTE2	Octet 2 de fragment (Frag_Index) de clé (Key_Index)
8	KeyBYTE3	Octet 3 de fragment (Frag_Index) de clé (Key_Index)
9	KeyBYTE4	Octet 4 de fragment (Frag_Index) de clé (Key_Index)
10	KeyBYTE5	Octet 5 de fragment (Frag_Index) de clé (Key_Index)
11	KeyBYTE6	Octet 6 de fragment (Frag_Index) de clé (Key_Index)
12	KeyBYTE7	Octet 7 de fragment (Frag_Index) de clé (Key_Index)

NOTE – Le premier fragment de la clé aura la valeur Frag_Index = 0, le second aura Frag_Index = 1 et ainsi de suite pour autant fragments qu'il en faut afin de transporter la clé. Actuellement, seuls deux fragments sont requis pour le codage AES-128.

9.2.4.6 Message "PEE – Erreur-d'équipement-physique"

Message "PEE – Erreur-d'équipement-physique"		
Octet	Contenu	Description
1	ONU-ID	Indique l'unité ONU émettant ce message
2	00000110	ID d'identification de message "PEE – Erreur-d'équipement-physique"
3-12	Non spécifié	

9.2.4.7 Message "PST"

Message "PST"		
Octet	Contenu	Description
1	ONU-ID	Indique l'unité ONU émettant ce message
2	00000111	ID d'identification de message "PST"
3	Line number	Peut être 0 ou 1
4	Control	C'est l'octet K1 comme spécifié dans la Rec. UIT-T G.841
5	Control	C'est l'octet K2 comme spécifié dans la Rec. UIT-T G.783
6-12	Non spécifié	

9.2.4.8 Message "REI"

Message "REI"		
Octet	Contenu	Description
1	ONU-ID	Indique l'unité ONU émettant ce message
2	00001000	ID d'identification de message "Message "REI""
3	Error_count1	Bits MSB du champ de 32 bits: compteur d'indications REI
4	Error_count2	
5	Error_count3	
6	Error_count4	Bits LSB du champ de 32 bits: compteur d'indications REI
7	0000SSSS	Numéro séquentiel: quand chaque message "REI" est envoyé, les bits SSSS sont incrémentés de 1.
8-12	Non spécifié	

9.2.4.9 Message "Acquittement"

Message "Acquittement"		
Octet	Contenu	Description
1	ONU-ID	Indique l'unité ONU émettant ce message
2	00001001	ID d'identification de message "Acquittement"
3	DM_ID	ID d'identification de message aval
4	DMBYTE1	Octet 1 de message aval
5	DMBYTE2	Octet 2 de message aval
6	DMBYTE3	Octet 3 de message aval

Message "Acquittement"		
Octet	Contenu	Description
7	DMBYTE4	Octet 4 de message aval
8	DMBYTE5	Octet 5 de message aval
9	DMBYTE6	Octet 6 de message aval
10	DMBYTE7	Octet 7 de message aval
11	DMBYTE8	Octet 8 de message aval
12	DMBYTE9	Octet 9 de message aval

10 Méthode d'activation

10.1 Aperçu général

Une méthode d'activation entièrement numérique dans la bande devrait être utilisée par le réseau PON afin de mesurer les distances de portée logique entre chaque unité ONU et la terminaison OLT. Une fois que l'unité ONU est télémessurée, elle peut être opérationnelle sur le réseau PON.

L'étendue maximale du réseau PON est d'au moins 20 km. Le mesurage du temps de transmission pour chaque unité ONU devrait pouvoir être effectué pendant que le réseau PON est en service sans interruption du service fourni à d'autres unités ONU.

Lors du télémessurage de nouvelles unités ONU, les unités ONU en service doivent toujours interrompre temporairement leur transmission, ouvrant ainsi une fenêtre de télémétrie. Des informations sur la position des nouvelles unités ONU peuvent minimiser cette durée mais, pour des unités ONU qui n'ont pas déjà été télémessurées, la durée est déterminée conformément à l'étendue différentielle maximale du réseau PON.

Le protocole d'activation est spécifié et applicable à plusieurs types de méthode d'installation des unités ONU.

10.1.1 Méthode d'installation des unités ONU

Deux méthodes permettant d'installer une unité ONU sont proposées à titre d'exemple:

– Méthode A

Le numéro de série de l'unité ONU est enregistré par avance dans la terminaison OLT par le système d'exploitation. Si une unité ONU ayant un numéro de série qui n'est pas enregistré dans la terminaison OLT est détectée, cette unité est déclarée être une *unité ONU inopinée*.

– Méthode B

Le numéro de série de l'unité ONU n'est pas enregistré dans la terminaison OLT par le système d'exploitation. Cela nécessite un mécanisme de détection automatique du numéro de série de l'unité ONU. Si une nouvelle unité ONU est détectée, un identificateur ONU-ID est attribué et cette unité ONU est activée.

Il y a trois déclencheurs pour lancer l'activation d'une unité ONU:

- l'opérateur du réseau permet au processus d'activation de démarrer quand l'on sait qu'une nouvelle unité ONU était connectée;
- la terminaison OLT lance automatiquement le processus d'activation quand une ou plusieurs des unités ONU précédemment en service sont "manquantes", afin de déterminer si ces unités ONU peuvent reprendre le service. La fréquence de sondage est programmable sur instruction du système d'exploitation;

- la terminaison OLT lance périodiquement le processus d'activation afin de déterminer par essais si de quelconques nouvelles unités ONU ont été connectées. La fréquence de sondage est programmable sur instruction du système d'exploitation.

10.1.2 Type de processus d'activation

Différentes situations dans lesquelles le processus d'activation peut se produire comme décrit ci-dessous sont possibles. Il y a trois catégories selon lesquelles le processus d'activation pourra intervenir.

10.1.2.1 Réseau PON inactif, unité ONU inactive

Cette situation est caractérisée par le fait qu'aucun trafic en amont ne transite sur le réseau PON et que les unités ONU n'ont pas encore reçu d'identificateurs ONU-ID en provenance de la terminaison OLT.

10.1.2.2 Réseau PON actif, unité ONU inactive

Cette situation est caractérisée par l'adjonction de nouvelle(s) unité(s) ONU qui n'a (n'ont) pas déjà été télémessurée(s) ou par l'adjonction d'unité(s) ONU précédemment active(s) dont la puissance a été rétablie et qui revient (reviennent) dans le réseau PON tandis que du trafic transite sur ce réseau.

10.1.2.3 Réseau PON actif, unité ONU active

Cette situation est caractérisée par une unité ONU précédemment active qui reste alimentée et connectée à un réseau PON actif mais qui, en raison d'un état d'alarme prolongé, est revenue à l'état initial (O1).

10.2 Procédure d'activation dans l'unité ONU

10.2.1 Procédure d'activation globale

Le processus d'activation est effectué sous la commande de la terminaison OLT. L'unité ONU répond à des messages qui sont lancés dans la terminaison OLT.

La description de la procédure d'activation est la suivante:

- l'unité ONU ajuste le niveau de puissance optique de transmission sur la base des exigences de la terminaison OLT;
- la terminaison OLT découvre le numéro de série d'une unité ONU nouvellement connectée;
- la terminaison OLT assigne un identificateur ONU-ID à l'unité ONU;
- la terminaison OLT mesure la phase d'arrivée de la transmission amont à partir de l'unité ONU;
- la terminaison OLT envoie notification à l'unité ONU du retard d'égalisation;
- l'unité ONU ajuste la phase de transmission à la valeur notifiée.

Cette procédure est effectuée par l'échange amont et aval de fanions et de messages PLOAM.

En état de fonctionnement normal, toutes les transmissions peuvent être utilisées pour surveiller la phase de la transmission d'arrivée. D'après les informations de surveillance de la phase de transmission, le retard d'égalisation peut être mis à jour.

10.2.2 Etats de l'unité ONU

La procédure d'activation est spécifiée par le comportement fonctionnel dans les états et par les transitions d'état comme représenté ci-dessous.

10.2.2.1 Etats d'unité ONU

L'unité ONU a 8 états:

a) *état-initial (O1)*

Dans cet état, l'unité ONU se met sous tension. Les alarmes LOS/LOF sont validées. Une fois que le trafic aval est reçu, les alarmes LOS et LOF sont relevées et l'unité ONU passe à l'état-d'attente (O2);

b) *état-d'attente (O2)*

Du trafic aval est reçu par l'unité ONU, qui attend les paramètres généraux du réseau. Une fois que le message "**Surdébit-amont**" est reçu, l'unité ONU passe à l'état-de-réglage-de-puissance (O3);

c) *état-de-réglage-de-puissance (O3)*

Sur la base du message "**Surdébit-amont**" reçu, l'unité ONU ajuste son niveau de puissance d'émission. Une fois que le niveau de puissance optique est ajusté, l'unité ONU passe à l'état-de-numéro-de-série (O4).

L'état-de-réglage-de-puissance (O3) est subdivisé en sous-états comme suit:

- *sous-état-de-réglage-de-puissance-initial (O3a)*

Etat préparatoire pour la procédure de réglage de puissance. Le mécanisme de masquage du numéro de série est appliqué. L'unité ONU n'est pas autorisée à répondre à la demande **Numéro-de-série**.

Noter que, dans certaines implémentations, l'unité ONU peut ajuster son niveau de puissance d'émission sans activer l'émetteur. Dans un tel cas, l'ONU active son niveau de puissance d'émission pendant cet état et passe directement au sous-état O4a;

- *sous-état-de-réglage-de-puissance (O3b)*

L'ONU active son niveau de puissance d'émission d'après la valeur spécifiée dans le message "**Surdébit-amont**". L'unité ONU réalise le processus de réglage de puissance en répondant à la demande **Numéro-de-série** et en envoyant un champ de réglage de puissance qui contient une série de zéros et de uns;

d) *état-de-numéro-de-série (O4)*

Par l'envoi d'une demande **Numéro-de-série** à toutes les unités ONU dans l'état-de-numéro-de-série, la terminaison OLT prend connaissance de l'existence de nouvelles unités ONU et de leur numéro de série.

Une fois découverte, l'unité ONU attend l'attribution de l'identificateur ONU-ID unique à partir de la terminaison OLT. L'identificateur ONU-ID est attribué au moyen du message "**Attribution-d'ONU-ID**". Une fois que l'identificateur d'unité ONU est attribué, l'unité ONU passe à l'état-de-téléométrie (O5).

L'état-de-numéro-de-série (O4) est subdivisé en sous-états comme suit:

- *sous-état-de-numéro-de-série initial (O4a)*

Etat préparatoire pour la procédure de numéro de série. Le mécanisme de masquage du numéro de série est appliqué. L'unité ONU n'est pas autorisée à répondre à la demande **Numéro-de-série**;

- *sous-état-de-numéro-de-série (O4b)*

L'unité ONU répond à la demande **Numéro-de-série**. Lorsque la terminaison OLT prend connaissance de l'existence de l'unité ONU et de son numéro de série, elle lui assigne un identificateur ONU-ID au moyen du message "**Attribution-d'ONU-ID**";

- *sous-état-d'ajustement-du-niveau-de-puissance-SN (O4c)*

Dans certains cas, le niveau de puissance d'émission de l'unité ONU peut être trop bas en raison d'une trop grande distance entre cette unité et la terminaison OLT. Dans cet état, l'unité ONU peut donc recevoir le message diffusé "Changement-du-niveau-de-puissance" et réétalonner ensuite son émetteur de façon qu'il fonctionne au niveau de puissance supérieur;

e) *état-de-téléométrie (O5)*

La transmission amont à partir des différentes unités ONU doit toujours être synchronisée avec la trame amont. Afin que les unités ONU situées à différentes distances de la terminaison OLT puissent apparaître comme étant à égale distance de la terminaison OLT, un retard d'égalisation est requis pour chaque unité ONU.

Le facteur de retard d'égalisation par unité ONU est calculé pendant le processus de téléométrie qui est lancé par la transmission d'une demande de téléométrie à partir de la terminaison OLT vers l'unité ONU téléométrée, laquelle répond par une transmission dans le sens amont.

Sur la base du temps de propagation aller et retour, la terminaison OLT calcule le retard d'égalisation de l'unité ONU et le lui envoie au moyen d'un message "Durée-de-téléométrie".

En outre, le message de téléométrie contient le numéro de série de l'unité ONU. Dans le cadre du cycle téléométrique, la terminaison OLT vérifie que l'identificateur ONU-ID concorde avec le numéro de série, c'est-à-dire que l'affectation de l'identificateur ONU-ID contenu dans l'état-de-numéro-de-série (O4) a été efficace.

Une fois que l'unité ONU a reçu le message "**Durée-de-téléométrie**", elle passe à l'*état-de-fonctionnement (O6)*;

f) *état-de-fonctionnement (O6)*

Une fois le réseau téléométré et toutes les unités ONU activées avec leur retard d'égalisation correct, toutes les trames amont sont synchronisées ensemble avec toutes les unités ONU. Les transmissions en amont arriveront séparément, chacune à son emplacement correct dans la trame.

Arrêt du fonctionnement des unités ONU: dans certains cas, en raison de processus d'affectation de numéro de série ou de processus de téléométrie sur d'autres unités ONU, une unité ONU en fonctionnement peut être arrêtée par la terminaison OLT. Cet arrêt peut être réalisé par mise à zéro des pointeurs de début et de fin d'intervalle pour l'identificateur (ou les identificateurs) Alloc-ID correspondant à l'unité ONU. En variante, la terminaison OLT peut simplement ne pas envoyer à l'unité ONU de quelconques structures d'attribution dans la trame d'insertion de largeur de bande. L'unité ONU va traiter les attributions de l'une ou l'autre méthode de la façon normale, ce qui aura comme résultat que l'unité ONU n'émettra pas pendant un certain temps;

g) *état-d'alarme-de-protection (O7)*

L'unité ONU entre dans cet état à partir de l'état-de-fonctionnement (O6) après détection d'alarmes de perte LOS ou LOF. A son entrée dans l'état-d'alarme-de-protection (O7), l'unité ONU arrête immédiatement la transmission en amont. Il en résulte que la terminaison OLT va détecter une alarme de perte LOS pour cette unité ONU. Selon le mécanisme de capacité de survie du réseau, une seule des options suivantes sera implémentée:

- si la terminaison OLT commute toutes les unités ONU sur les fibres de protection, toutes ces unités ONU devront être remesurées. La terminaison OLT enverra donc un *message diffusé "Alarme-de-protection"* à l'unité ONU qui, en conséquence, passera à l'état-de-téléométrie (O5);

- en cas de brève alarme de perte LOS ou LOF, ou si l'unité ONU s'est commutée sur fibre de protection (où elle a déjà été télémessurée), cette unité ONU peut revenir à l'état-de-fonctionnement (O6). La terminaison OLT doit donc toujours commencer à vérifier l'unité ONU en lui commandant de transmettre une seule rafale dans le sens amont. La terminaison OLT valide les champs suivants (les pointeurs pour toutes les autres unités ONU opérationnelles étant réglés à 0):
 - identificateurs ONU-ID = identificateurs ONU-ID vérifiés;
 - PLOAMu = "1";
 - pointeurs – valeurs choisies de façon à entrelacer l'unité ONU en essai avec toutes les autres unités ONU, comme c'est le cas dans l'état de fonctionnement normal.

L'unité ONU répond, sur la base de ses pointeurs validés, par les champs d'alarme de protection suivants en amont: PLOu et PLOAMu contenant le message "Numéro-de-série-d'ONU".

La cible de l'essai consiste à vérifier que l'unité ONU est en fonctionnement avec le *retard d'égalisation* et les *paramètres* corrects. Si la transmission est reçue par la terminaison OLT à l'emplacement attendu, la terminaison OLT enverra un *message (unidiffusé) "Alarme-de-protection" avec identificateur ONU-ID* à l'unité ONU, laquelle reviendra à l'état-de-fonctionnement (O6).

Noter que si le *retard d'égalisation* et les *paramètres* ne sont pas connus de l'unité ONU, celle-ci ignorera la demande d'essai d'arrivée et celui-ci se terminera par un échec;

- si l'unité ONU ne reçoit aucun message "Alarme-de-protection", elle doit passer, après temporisation (TO2), à l'état-initial (O1).

h) *état-d'arrêt-d'urgence (O8)*

Pendant un arrêt-d'urgence, l'unité ONU n'envoie pas de données dans le sens amont.

Lorsqu'elle reçoit un message "**Désactivation-du-numéro-de-série**" avec le paramètre "Désactivation", l'unité ONU doit passer à l'état-d'arrêt-d'urgence (O8) et fermer son laser.

Si l'unité ONU ne parvient pas à passer à l'**état-d'Arrêt-d'urgence**, la terminaison OLT continue à recevoir la transmission amont de l'unité ONU (l'alarme de perte LOS n'est pas validée) et une alarme **Dfi** est validée dans la terminaison OLT.

Quand le défaut de fonctionnement de l'unité ONU désactivée est réparé, la terminaison OLT peut activer l'unité ONU afin de la ramener à l'état-de-fonctionnement. L'activation est obtenue par l'envoi à l'unité ONU d'un message "**Désactivation-du-numéro-de-série**" avec le paramètre "Activation". Il en résulte que l'unité ONU revient à l'état-d'attente (O2). Tous les paramètres (y compris le numéro de série, le processus PSU et l'identificateur ONU-ID) sont réexaminés.

10.2.2.2 Diagramme des états d'unité ONU

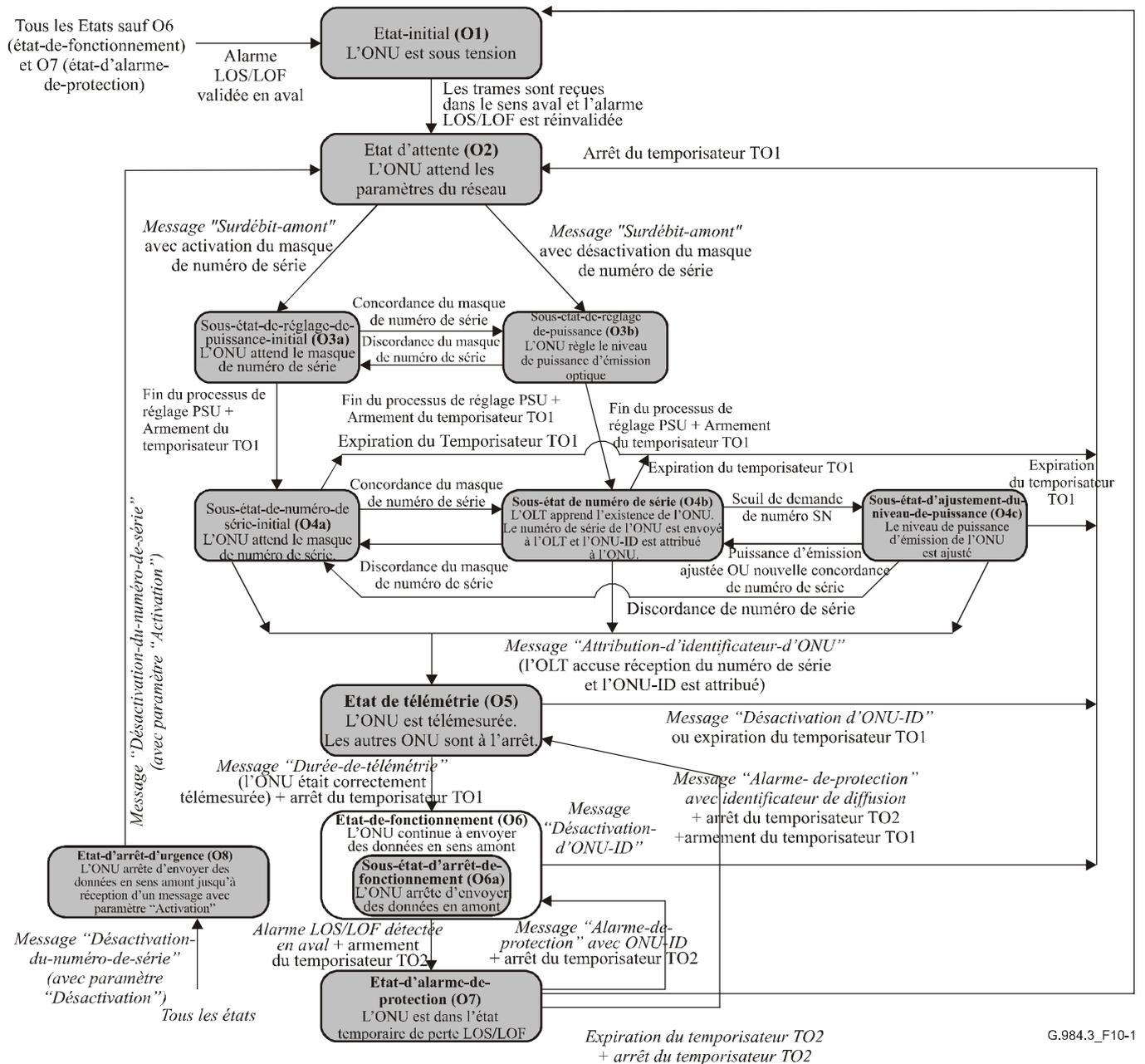


Figure 10-1/G.984.3 – Diagramme de transition d'état de l'unité ONU

10.2.3 Spécification de comportement dans l'unité ONU

10.2.3.1 Tableau de transition fonctionnelle d'unité ONU

Le tableau suivant sert à la description du comportement fonctionnel dans l'unité ONU. La première colonne indique les événements produits y compris la réception de messages et la première rangée indique les états dans l'unité ONU.

	États										
	Init (O1)	Attente (O2)	Réglage-de-puissance-initiale (O3a)	Réglage-de-puissance (O3b)	Numéro-de-série-initial (O4a)	Numéro-de-série (O4b)	Ajustement-du-niveau-de-puissance-SN (O4c)	Télémetrie (O5)	Fonctionnement (O6)	Alarme-de-protection (O7)	Arrêt-d'urgence (O8)
Relève d'alarme LOS ou LOF en aval	⇒ O2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Message "Surdébit- amont"	-	Réglage des paramètres PON Réglage de la valeur par défaut du mode de niveau de puissance Réglage de l'état d'activation/désactivation du masque de numéro de série Activation du masque de numéro de série ⇒ O3a Désactivation du masque de numéro de série ⇒ O3b	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Message "Masque-de-numéro-de-série" concordant	-	-	⇒ O3b	-	⇒ O4b	-	⇒ O4b	-	-	-	-
Message "Masque-de-numéro-de-série" discordant (et activation du masque de numéro de série)	-	-	-	⇒ O3a	-	⇒ O4a	⇒ O4a	-	-	-	-

	États										
	Init (O1)	Attente (O2)	Réglage-de-puissance-initiale (O3a)	Réglage-de-puissance (O3b)	Numéro-de-série-initial (O4a)	Numéro-de-série (O4b)	Ajustement-du-niveau-de-puissance-SN (O4c)	Télémetrie (O5)	Fonctionnement (O6)	Alarme-de-protection (O7)	Arrêt-d'urgence (O8)
Demande de numéro de série (PLSu = 1)	–	–	–	Attente avec retard aléatoire – ENVOI DU NUMERO SN AVEC CHAMP PLSu	–	Attente avec retard aléatoire – Envoi du numéro SN (sans champ PLSu)	Attente avec retard aléatoire MESSAGE "CHANGE-MENT-DU-NIVEAU-DE-PUISSANCE" NON REÇU? Envoi du numéro SN MESSAGE "CHANGE-MENT-DU-NIVEAU-DE-PUISSANCE" REÇU? Envoi du numéro SN avec champ PLSu – AUGMENTATION/DIMINUTION DU NIVEAU DE PUISSANCE DE 3 dB **	–	–	–	–
Evènement de réglage de puissance terminé	–	–	Armement du temporisateur TO1 ⇒ O4a	Armement du temporisateur TO1 ⇒ O4b			⇒ O4b				
Demande de numéro de série (PLSu = 0)	–	–	–	–	–	Attente avec retard aléatoire – Envoi du numéro SN	Attente avec retard aléatoire – Envoi du numéro SN	–	–	–	–
Franchissement du seuil de demande de numéro SN	–	–	–	–	–	⇒ O4c	–	–	–	–	–

	États										
	Init (O1)	Attente (O2)	Réglage-de-puissance-initiale (O3a)	Réglage-de-puissance (O3b)	Numéro-de-série-initial (O4a)	Numéro-de-série (O4b)	Ajustement-du-niveau-de-puissance-SN (O4c)	Téléométrie (O5)	Fonctionnement (O6)	Alarme-de-protection (O7)	Arrêt-d'urgence (O8)
Message "Attribution-d'ONU-ID"	-	-	-	-	SN CONCORDANT? Attribution d'ONU-ID ⇒ O5	SN CONCORDANT? Attribution d'ONU-ID ⇒ O5	SN CONCORDANT? Attribution d'ONU-ID ⇒ O5	-	-	-	-
Message "Changement-du-niveau-de-puissance"	-	-	-	-	-	-	ONU-ID DIFFUSÉ? - L'ONU se prépare à augmenter/diminuer le niveau de puissance de 3 dB à la prochaine demande de SN avec PLSu = 1*	ONU-ID CONCORDANT? - L'ONU se prépare à augmenter/diminuer le niveau de puissance de 3 dB à la prochaine demande de téléométrie avec PLSu = 1*	ONU-ID CONCORDANT? - L'ONU se prépare à augmenter/diminuer le niveau de puissance de 3 dB à la prochaine demande de données avec PLSu = 1*		
Demande de téléométrie (PLSu = 0)	-	-	-	-	-	-	-	ONU-ID CONCORDANT? - Envoi de la téléométrie	-	-	-

	États										
	Init (O1)	Attente (O2)	Réglage-de-puissance-initiale (O3a)	Réglage-de-puissance (O3b)	Numéro-de-série-initial (O4a)	Numéro-de-série (O4b)	Ajustement-du-niveau-de-puissance-SN (O4c)	Télémetrie (O5)	Fonctionnement (O6)	Alarme-de-protection (O7)	Arrêt-d'urgence (O8)
Demande de télémetrie (PLSu = 1)	–	–	–	–	–	–	–	<p>ONU-ID CONCORDANT?</p> <p>MESSAGE "CHANGE-MENT-DU-NIVEAU-DE-PUISSANCE" NON REÇU?</p> <p>Envoi de la télémetrie</p> <p>MESSAGE "CHANGE-MENT-DU-NIVEAU-DE-PUISSANCE" REÇU?</p> <p>Envoi de la télémetrie avec champ PLSu</p> <p>– Augmentation/diminution du niveau de puissance de 3 dB **</p>	–	–	–
Message "Durée-de-télémetrie"	–	–	–	–	–	–	–	<p>ONU-ID CONCORDANT?</p> <p>Réglage EQD</p> <p>– ARRÊT DU TEMPORISATEUR TO1 ⇒ O6</p>	<p>ONU-ID CONCORDANT?</p> <p>– Réglage EQD</p>	–	–

	États										
	Init (O1)	Attente (O2)	Réglage-de-puissance-initiale (O3a)	Réglage-de-puissance (O3b)	Numéro-de-série-initial (O4a)	Numéro-de-série (O4b)	Ajustement-du-niveau-de-puissance-SN (O4c)	Télémetrie (O5)	Fonctionnement (O6)	Alarme-de-protection (O7)	Arrêt-d'urgence (O8)
Demande de données (PLSu = 1)	–	–	–	–	–	–	–	–	ONU-ID CONCORDANT? MESSAGE "CHANGE-MENT-DU-NIVEAU-DE-PUISSANCE" NON REÇU? Début d'émission MESSAGE "CHANGE-MENT-DU-NIVEAU-DE-PUISSANCE" REÇU? Début d'émission avec champ PLSu – Augmentation/dimintion du niveau de puissance de 3 dB **		
Demande de données (PLSu = 0)	–	–	–	–	–	–	–	–	ONU-ID CONCORDANT? – Début d'émission	–	–
Arrêt au moyen de pointeurs mis à zéro	–	–	–	–	–	–	–	–	ONU-ID CONCORDANT? Attente EQD – Arrêt d'émission pendant 1 trame	–	–

	États										
	Init (O1)	Attente (O2)	Réglage-de-puissance-initiale (O3a)	Réglage-de-puissance (O3b)	Numéro-de-série-initial (O4a)	Numéro-de-série (O4b)	Ajustement-du-niveau-de-puissance-SN (O4c)	Télémetrie (O5)	Fonctionnement (O6)	Alarme-de-protection (O7)	Arrêt-d'urgence (O8)
Demande d'état-d'alarme-de-protection	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ONU-ID CONCORDANT? Attente d'EQD - Envoi du message "Alarme-de-protection"	-
Message "Alarme-de-protection" (diffusé)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Arrêt du temporisateur TO2 ARMEMENT DU TEMPORISATEUR TO1 ⇒ O5	-
Message "Alarme-de-protection" (ONU-ID)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ONU-ID CONCORDANT? Arrêt du temporisateur TO2 ⇒ O6	-
Expiration du temporisateur TO1	-	-	-	-	Arrêt du temporisateur TO1 ⇒ O2	Arrêt du temporisateur TO1 ⇒ O2	Arrêt du temporisateur TO1 ⇒ O2	Arrêt du temporisateur TO1 ⇒ O2	-	-	-
Expiration du temporisateur TO2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Arrêt du temporisateur TO2 ⇒ O1	-
Désactivation-d'ONU-ID	-	-	-	-	-	-	-	ONU-ID CONCORDANT? Arrêt du temporisateur TO1 ⇒ O2	ONU-ID CONCORDANT? Arrêt d'émission ⇒ O2	-	-

	États										
	Init (O1)	Attente (O2)	Réglage-de-puissance-initiale (O3a)	Réglage-de-puissance (O3b)	Numéro-de-série-initial (O4a)	Numéro-de-série (O4b)	Ajustement-du-niveau-de-puissance-SN (O4c)	Télémetrie (O5)	Fonctionnement (O6)	Alarme-de-protection (O7)	Arrêt-d'urgence (O8)
Désactivation-du-numéro-de-série avec paramètre "Désactivation"	–	SN CONCORDANT? ⇒ O8	SN CONCORDANT? ⇒ O8	SN CONCORDANT? ⇒ O8	SN CONCORDANT? Arrêt du temporisateur TO1 ⇒ O8	SN CONCORDANT? Arrêt du temporisateur TO1 ⇒ O8	SN CONCORDANT? Arrêt du temporisateur TO1 ⇒ O8	SN CONCORDANT? Arrêt du temporisateur TO1 ⇒ O8	SN CONCORDANT? Arrêt d'émission ⇒ O8	SN CONCORDANT? Arrêt du temporisateur TO2 ⇒ O8	–
Désactivation-du-numéro-de-série avec paramètre "Activation"	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	SN CONCORDANT? ⇒ O2
Détection d'alarme LOS/LOF en aval	–	⇒ O1	⇒ O1	⇒ O1	Arrêt du temporisateur TO1 ⇒ O1	Arrêt du temporisateur TO1 ⇒ O1	Arrêt du temporisateur TO1 ⇒ O1	Arrêt du temporisateur TO1 ⇒ O1	Armement du temporisateur TO2 Arrêt d'émission ⇒ O7	–	–
* Si l'unité ONU peut ajuster son niveau de puissance d'émission sans activer l'émetteur, alors cela sera effectué automatiquement dès réception du message " <i>Changement-du-niveau-de-puissance</i> ".											
** Si l'unité ONU peut ajuster son niveau de puissance d'émission sans activer l'émetteur, alors elle peut ignorer le champ de séquence PLSu, étant donné que son niveau de puissance d'émission était déjà ajusté dès réception du message " <i>Changement-du-niveau-de-puissance</i> ".											

10.2.3.2 Réception de messages

Les messages acheminés dans les champs de surdébit PLOAM et de fanion à partir de la terminaison OLT devraient être protégés par le CRC et l'évènement de réception du message devrait être produit quand la vérification par CRC est correcte. Ces messages sont émis trois fois afin d'assurer une réception correcte dans l'unité ONU. L'évènement de réception du message se produit après que le message a été reçu correctement au moins 2 fois.

a) *L'évènement de réception du message "Surdébit-amont"*

Cet évènement se produit seulement dans l'état d'Attente (O2). Après réception efficace du message **"Surdébit-amont"**, l'unité ONU prend connaissance de l'état d'usage du masque de numéro de série dans le processus d'activation.

- Si l'état d'usage du masque de numéro de série est activé, la transition de l'unité ONU au sous-état-de-réglage-de-puissance-initiale (O3a) se produit.
- Si l'état d'usage du masque de numéro de série est désactivé, la transition de l'unité ONU au sous-état-de-réglage-de-puissance (O3b) se produit.

b) *L'évènement de réception du message "Masque-de-numéro-de-série"*

Cet évènement peut se produire dans les sous-états O3a, O3b, O4a, O4b et O4c.

Si l'unité ONU est dans le sous-état O3a ou O4a, quand un message "Masque-de-numéro-de-série" qui concorde avec le propre numéro de série de l'unité ONU est reçu, l'unité ONU passe au sous-état O3b ou O4b, selon le cas.

Si l'unité ONU est dans le sous-état O3b ou O4b, quand un message "Masque-de-numéro-de-série" qui ne concorde pas avec le propre numéro de série de l'unité ONU est reçu, l'unité ONU passe au sous-état O3a ou O4a, selon le cas.

Si l'unité ONU est dans le sous-état O4c, quand un message "Masque-de-numéro-de-série" qui ne concorde pas avec le propre numéro de série de l'unité ONU est reçu, l'unité ONU passe au sous-état O4a. De même, quand un message "Masque-de-numéro-de-série" qui est différent de celui qui a déjà été reçu mais qui concorde encore avec le propre numéro de série de l'unité ONU est reçu, l'unité ONU passe au sous-état O4b.

Noter que la terminaison OLT doit attendre au moins 1 ms après la transmission du message **"Masque-de-numéro-de-série"**, avant d'émettre une demande de **numéro de série**.

c) *L'évènement de réception du message "Attribution-d'ONU-ID"*

Cet évènement se produit seulement dans le sous-état-de-numéro-de-série-initial (O4a), dans le sous-état-de-numéro-de-série (O4b) et dans le sous-état-d'ajustement-du-niveau-de-puissance-SN (O4c). Quand le numéro de série contenu dans le message **"Attribution-d'ONU-ID"** concorde avec son propre numéro de série, l'identificateur d'unité ONU est acquis et la transition de l'unité ONU à l'état-de-téléométrie (O5) se produit.

d) *L'évènement de réception du message "Durée-de-téléométrie"*

Cet évènement se produit seulement dans les états de téléométrie (O5) et de fonctionnement (O6). Quand l'identificateur ONU-ID contenu dans le champ de surdébit PLOAM concorde numériquement avec son propre ONU-ID, le retard d'égalisation est acquis. Quand l'unité ONU est dans l'état-de-téléométrie (O5), le temporisateur TO1 est arrêté et la transition de l'unité ONU à l'état-de-fonctionnement (O6) se produit.

- e) *L'évènement de réception du message "**Changement-du-niveau-de-puissance**" avec un ONU-ID spécifique*
- Cet évènement se produit seulement dans les états de télémétrie (O5) et de fonctionnement (O6). Quand l'identificateur ONU-ID contenu dans le message "**Changement-du-niveau-de-puissance**" concorde avec son propre ONU-ID, l'unité ONU se prépare à ajuster (augmenter/réduire) son niveau de puissance dans la prochaine demande de **télémétrie** ou de **données** quand la commande PLSu=1 est reçue.
- f) *L'évènement de réception du message "**Changement-du-niveau-de-puissance**" avec ONU-ID diffusé*
- Cet évènement se produit seulement dans le sous-état-d'ajustement-du-niveau-de-puissance d'acquisition du numéro SN (O4c). Dans cet état, après avoir reçu ce message, l'unité ONU se prépare à ajuster (augmenter/réduire) son niveau de puissance dans la prochaine demande de **numéro de série** quand la commande PLSu=1 est reçue.
- g) *L'évènement de réception du message diffusé "**Alarme-de-protection**"*
- Cet évènement se produit seulement dans l'état-d'alarme-de-protection (O7). La transition de l'unité ONU à l'état-de-télémétrie (O5) se produit. Le temporisateur TO2 est arrêté et le temporisateur TO1 est lancé.
- h) *L'évènement de réception de message "**Alarme-de-protection**" diffusé spécifiquement*
- Cet évènement se produit seulement dans l'état-d'alarme-de-protection (O7). Quand l'identificateur ONU-ID contenu dans le champ de surdébit PLOAM concorde numériquement avec son propre ONU-ID, la transition de l'unité ONU à l'état-de-fonctionnement (O6) se produit et l'unité ONU commence à émettre dans le sens amont. Le temporisateur TO2 est arrêté également.
- i) *L'évènement de réception du message "**Désactivation-d'ONU-ID**"*
- Cet évènement se produit seulement dans les états de télémétrie (O5) et de fonctionnement (O6). Quand l'identificateur ONU-ID contenu dans le champ de surdébit PLOAM concorde numériquement avec son propre ONU-ID, l'unité ONU arrête d'émettre dans le sens amont et la transition de l'unité ONU à l'état-d'attente (O2) se produit. Si l'unité ONU se trouvait dans l'état-de-télémétrie (O5), le temporisateur TO1 est arrêté également.
- j) *L'évènement de réception du message "**Désactivation-du-numéro-de-série**" avec paramètre "Désactivation"*
- Cet évènement se produit seulement dans l'état-de-numéro-de-série (O4), l'état-de-télémétrie (O5), l'état-de-fonctionnement (O6) et l'état-d'alarme-de-protection (O7). Quand le numéro de série contenu dans le message "**Désactivation-du-numéro-de-série**" concorde avec son propre numéro de série, l'unité ONU arrête d'émettre dans le sens amont et la transition de l'unité ONU à l'état-d'arrêt-d'urgence (O8) se produit. Si l'unité ONU était dans l'état-de-numéro-de-série (O4) ou dans l'état-de-télémétrie (O5), le temporisateur TO1 est arrêté également. Si l'unité ONU était dans l'état-d'alarme-de-protection (O7), le temporisateur TO2 est arrêté également.
- k) *L'évènement de réception du message "**Désactivation-du-numéro-de-série**" avec paramètre "Activation"*
- Cet évènement se produit seulement dans l'état-d'Arrêt-d'urgence (O8). Quand le numéro de série contenu dans le message "**Désactivation-du-numéro-de-série**" concorde avec son propre numéro de série, une transition de l'unité ONU à l'état-d'attente (O2) se produit.

10.2.3.3 Réception des demandes

Les demandes spéciales adressées par la terminaison OLT à l'unité ONU sont acheminées dans la section de surdébit aval, spécifiquement dans le surdébit PLOAM, les pointeurs et le champ de fanion. Ces demandes requièrent une réaction en temps réel de l'unité ONU. A la différence des messages ci-dessus, ces demandes ne sont envoyées qu'une seule fois à l'unité ONU et un événement de réception de demande se produit immédiatement après la réception de la demande.

a) *Evènement de fin-de-réglage-de-puissance*

Cet évènement se produit dans le sous-état-de-réglage-de-puissance-initiale (O3a), dans le sous-état-de-réglage-de-puissance (O3b), ou dans le sous-état-de-réglage-du-niveau-de-puissance d'acquisition du numéro SN (O4c), après que l'unité ONU a déterminé que la puissance de son émetteur a été réglée correctement. Noter que, dans certaines implémentations, cet évènement peut se produire sans activer l'émetteur. Quand cet évènement se produit, l'unité ONU passe du sous-état O3a au sous-état O4a, ou du sous-état O3b au sous-état O4b et arme le temporisateur TO1; ou passe du sous-état O4c au sous-état O4b.

b) *L'évènement de réception de demande de **numéro de série** avec $PLSu = 0$*

La demande de numéro de série est fondée sur les champs validés ci-après: ONU-ID = 254 et PLOAMu = '1'.

Cet évènement se produit seulement dans le sous-état-de-numéro-de-série (O4b) et dans le sous-état-d'ajustement-du-niveau-de-puissance-SN (O4c). Après réception efficace de la demande de numéro de série, l'unité ONU attend pendant une durée égale au retard aléatoire et envoie un numéro SN en amont. La transmission du numéro de série est un signal vers l'amont contenant les champs suivants: PLOu et PLOAMu avec le message "Numéro-de-série-d'ONU".

Afin d'accélérer le processus concernant le numéro de série en cas de collisions, une méthode de réponse SN 'multiple' peut être appliquée.

Sur la base de la méthode ci-dessus, l'unité ONU va répondre à la demande de Numéro de série par de multiples transmissions de numéro SN (le nombre maximal de transmissions de numéro SN est indiqué message "Surdébit-amont"). Un retard aléatoire est utilisé entre chaque *transmission de numéro SN*, où la valeur maximale de chaque retard aléatoire est fondée sur la durée totale de retard aléatoire autorisée, divisée par le nombre de réponses de transmission de numéro SN.

Il n'est pas nécessaire que toutes les unités ONU prennent en charge la méthode de réponse SN 'multiple'. Quand une unité ONU ne prend pas en charge cette méthode, elle est autorisée à émettre une seule transmission de numéro SN.

c) *L'évènement de réception de demande de **numéro de série** avec $PLSu = 1$*

La demande de numéro de série est fondée sur les champs validés ci-après: ONU-ID = 254, PLOAMu = '1', PLSu = '1', Sstart = 0 et Sstop = longueur du champ de réglage de puissance.

Cet évènement se produit seulement dans le sous-état-de-réglage-de-puissance (O3b), le sous-état-de-numéro-de-série (O4b) et le sous-état-d'ajustement-du-niveau-de-puissance-SN (O4c).

- Dans le sous-état-de-réglage-de-puissance (O3b), l'unité ONU attend pendant une durée égale au retard aléatoire et envoie un message de réglage de puissance dans le sens amont. Le message de réglage de puissance est un signal vers l'amont contenant les champs suivants: PLOu, PLOAMu et PLSu.

- Dans le sous-état-de-numéro-de-série (O4b), l'unité ONU attend pendant une durée égale au retard aléatoire et envoie un numéro SN dans le sens amont. La transmission du numéro de série est un signal vers l'amont contenant les champs suivants: PLOu et PLOAMu avec le message "Numéro-de-série-d'ONU".
- Dans le sous-état-d'ajustement-du-niveau-de-puissance-SN (O4c), le comportement dépend de la question de savoir si l'unité ONU a reçu un message diffusé "Changement-du-niveau-de-puissance". Si c'est le cas, l'unité ONU attend pendant une durée égale au retard aléatoire et envoie un numéro SN avec champ PLSu dans le sens amont. Pendant la transmission du champ PLSu, l'unité ONU augmente/diminue son niveau de puissance de 3 dB (le nouveau niveau de puissance est indiqué dans le surdébit PLOAM contenant le numéro SN de l'ONU). L'événement de fin-d'augmentation-de-puissance est normalement produit et la transition de l'unité ONU au sous-état-de-numéro-de-série (O4b) se produit. Si l'unité ONU n'a pas reçu de message diffusé "Changement-du-niveau-de-puissance", alors cette unité ne va pas changer son niveau de puissance et va répondre par le comportement spécifié pour le sous-état 4b.

d) *L'évènement de réception de demande de **téléométrie** avec $PLSu = 0$*

La demande de téléométrie est fondée sur les champs validés ci-après: ONU-ID = ONU-ID télémétré et PLOAMu = '1'.

Cet évènement se produit seulement dans l'état-de-téléométrie (O5). Après réception efficace de la demande de téléométrie, l'unité ONU envoie immédiatement un message de téléométrie dans le sens amont. Le message de téléométrie est un signal vers l'amont contenant les champs suivants: PLOu et PLOAMu avec le message "Numéro-de-série-d'ONU".

e) *L'évènement de réception de demande de **téléométrie** avec $PLSu = 1$*

La demande de téléométrie est fondée sur les champs validés ci-après: ONU-ID = ONU-ID télémétré et PLOAMu = '1'.

Cet évènement se produit seulement dans l'état-de-téléométrie (O5).

- Si le message "**Changement-du-niveau-de-puissance**" n'a pas été reçu après réception efficace de la demande de téléométrie, l'unité ONU envoie immédiatement un message de téléométrie dans le sens amont. Le message de téléométrie est un signal vers l'amont contenant les champs suivants: PLOu et PLOAMu avec le message "Numéro-de-série-d'ONU".
- Si le message "**Changement-du-niveau-de-puissance**" a été reçu après réception efficace de la demande de téléométrie, l'unité ONU envoie immédiatement un message de téléométrie dans le sens amont avec le champ PLSu pendant les intervalles de temps attribués. Pendant la transmission du champ PLSu, l'unité ONU augmente/diminue (sur la base du message "**Changement-du-niveau-de-puissance**") son niveau de puissance de 3 dB.

f) *L'évènement de réception de demande **d'état-d'alarme-de-protection***

Cet évènement se produit seulement dans l'état-d'alarme-de-protection (O7). Après réception efficace de la demande d'état-d'alarme-de-protection, l'unité ONU attend pendant sa durée de retard d'égalisation et envoie un message "Alarme-de-protection" dans le sens amont.

g) *L'évènement de réception de demande **d'arrêt**, ou de non-réception d'attributions*

Cet évènement se produit seulement dans l'état-de-fonctionnement (O6). L'unité ONU n'envoie aucun message.

- h) *L'évènement de réception de demande de **données** au moyen de pointeurs valides avec $PLSu = 0$*

Cet évènement se produit seulement dans l'état-de-fonctionnement (O6). L'unité ONU transmet son message en amont pendant les intervalles de temps attribués. L'unité ONU commence à transmettre pendant l'*intervalle de temps de début* et arrête de transmettre à l'*intervalle de temps de fin*.

- i) *L'évènement de réception de demande de **données** au moyen de pointeurs valides avec $PLSu = 1$*

Cet évènement se produit seulement dans l'état-de-fonctionnement (O6).

- Si le message "**Changement-du-niveau-de-puissance**" n'a pas été reçu, l'unité ONU transmet son message en amont pendant les intervalles de temps attribués. L'unité ONU commence à transmettre pendant l'*intervalle de temps de début* et arrête de transmettre à l'*intervalle de temps de fin*.
- Si le message "**Changement-du-niveau-de-puissance**" a été reçu, l'unité ONU transmet son message en amont avec le champ PLSu pendant les intervalles de temps attribués. Pendant la transmission du champ PLSu, l'unité ONU augmente/diminue (sur la base du message "**Changement-du-niveau-de-puissance**") son niveau de puissance de 3 dB.

10.2.3.4 Autres évènements

- a) *Franchissement du seuil de demandes de numéro de série*

Cet évènement se produit quand l'unité ONU est dans le sous-état-de-numéro-de-série (O4b) et que plus de quatre demandes de numéro de série ont été reçues et acquittées sans attribution d'identificateur ONU-ID (aucun message "Attribution-d'ONU-ID" n'a été reçu). Cet évènement produit une transition au sous-état-d'ajustement-du-niveau-de-puissance-SN (O4c).

Si le mécanisme de masque de numéro de série est utilisé, le compteur de "Franchissements du seuil de demandes de numéros SN" est réinitialisé quand un masque de numéro SN nouveau et différent est reçu, même si le nouveau masque de numéro SN reste concordant avec le masque SN de l'unité ONU.

- b) *Expiration du temporisateur TO1*

Cet évènement se produit quand la procédure d'activation n'est pas réalisée dans un certain intervalle de temps. Cet évènement produit une transition à l'état-d'attente (O2).

La valeur de TO1 est 10 s.

- c) *Détection d'alarme LOS ou LOF*

L'un quelconque de ces évènements fait passer l'unité ONU à l'état-initial (O1) sauf quand elle est dans l'état-de-fonctionnement (O6) ou dans l'état-d'alarme-de-protection (O7). En outre, dans les sous-états-de-numéro-de-série (O4a-c) et dans l'état-de-téléométrie (O5), cet évènement arrête le temporisateur TO1.

Dans l'état-de-fonctionnement (O6), cet évènement fait passer l'unité ONU à l'état-d'alarme-de-protection (O7) après que le temporisateur TO2 a été réarmé.

- d) *Relève d'alarme LOS ou LOF*

Cet évènement fait passer l'unité ONU de l'état-initial (O1) à l'état-d'attente (O2).

e) *Expiration du temporisateur TO2*

Cet évènement se produit quand le message "Alarme-de-protection" n'est pas reçu dans l'état-d'alarme-de-protection dans un certain intervalle de temps. Cet évènement produit une transition à l'état-initial (O1).

La valeur proposée de TO2 est 100 ms.

10.2.4 Procédures et méthodes relatives aux unités ONU

10.2.4.1 Méthode du retard aléatoire

Etant donné que la demande de *numéro de série* a été envoyée à toutes les unités ONU se trouvant dans l'état-de-réglage-de-puissance et dans l'état-de-numéro-de-série, une réponse provenant de plusieurs unités ONU pourrait être produite. Un problème peut apparaître quand plusieurs transmissions de séquence *PLSu* ou de *Numéro-de-série* arrivent en même temps à la terminaison OLT, ce qui provoque une collision. La méthode du retard aléatoire sert à résoudre ce problème.

Sur la base de la méthode du retard aléatoire, chaque transmission de séquence *PLSu* et de *Numéro-de-série* est retardée d'un nombre aléatoire d'unités de retard, produit par chaque unité ONU. Les unités de retard ont une longueur de 32 octets à tous les débits binaires. Le retard aléatoire doit toujours être un nombre entier d'unités de retard. A la suite de chaque réponse à une demande de numéro de série, l'unité ONU produit un nouveau nombre aléatoire, de façon que les collisions soient facilement et efficacement évitées.

L'étendue du retard aléatoire est de 0 à 50 μ s. Cette étendue est mesurée à partir du début de la plus précoce transmission possible (avec retard de traitement égal à zéro) jusqu'à la fin de la plus tardive transmission possible (le retard de traitement interne de l'unité ONU et la durée de la rafale amont sont compris dans l'étendue du retard aléatoire et devraient donc être pris en compte lors de la sélection d'une nouvelle valeur de retard aléatoire).

10.2.4.2 Processus de réglage du niveau de puissance

En raison des différences entre différentes unités ONU en termes de pertes dans le réseau ODN, le récepteur de la terminaison OLT doit toujours offrir une haute sensibilité et une large dynamique pour la réception aux débits binaires élevés.

Afin de réduire la dynamique du récepteur de la terminaison OLT, le niveau de puissance en émission des unités ONU rencontrant une faible perte dans le réseau ODN devrait être réduit afin d'éviter une surcharge du récepteur de la terminaison OLT. De même, dans le cas d'une perte élevée dans le réseau ODN, le niveau de puissance en émission des unités ONU devrait être augmenté. C'est pourquoi il convient d'implémenter un mécanisme approprié d'ajustement du niveau de puissance.

Le mécanisme d'ajustement du niveau de puissance nécessite que l'unité ONU soit capable d'augmenter ou de diminuer la puissance émise dès réception d'un message "**Changement-du-niveau-de-puissance**" émis en aval par la terminaison OLT. Il faut également que celle-ci soit capable d'effectuer l'ajustement du niveau de puissance pendant le processus d'activation de l'unité ONU et pendant son fonctionnement.

10.2.4.2.1 Niveaux d'émission d'unité ONU

L'unité ONU devrait être en mesure de fonctionner dans trois modes de puissance de sortie. L'unité ONU peut être appelée à fonctionner dans un mode quelconque. Lors d'une telle entrée de commande, l'unité ONU va effectuer toutes les actions qui lui sont nécessaires afin d'obtenir la puissance de sortie recherchée.

Pendant l'*état-de-réglage-de-puissance* (O3), l'unité ONU règle son niveau de puissance d'émission à sa valeur par défaut qui est spécifiée dans le message "*Surdébit-amont*". Il est recommandé que la valeur par défaut du niveau de puissance d'émission soit fondée sur le mode 2 (correspondant à la puissance d'émission la plus basse). Cependant, en raison de considérations relatives à une durée d'activation plus courte, le niveau de puissance d'émission peut également être fondé sur le mode 1. Ce n'est que si la terminaison OLT n'exige pas d'ajustement du niveau de puissance que le mode par défaut sera le mode 0.

10.3 Procédure d'activation dans la terminaison OLT

La procédure d'activation est spécifiée par le comportement fonctionnel dans les états et transitions d'état représentés ci-dessous.

10.3.1 Etats de la terminaison OLT

Les fonctions de la terminaison OLT pour la procédure d'activation peuvent être subdivisées en partie-commune et (n) parties-relatives-à-l'ONU-individuelle. La partie-commune traite une fonction commune dans une interface avec une ligne unique et la partie(n)-relative-à-l'ONU-individuelle traite chaque unité ONU prise en charge dans une interface avec une ligne unique. Chaque état concernant chacune des deux parties est décrit ci-dessous avec chaque comportement respectif.

10.3.2 Spécification de comportement dans la terminaison OLT

10.3.2.1 Comportement de la partie-commune

La partie-commune traite de l'acquisition du numéro de série de nouvelles unités ONU et de la découverte des unités ONU qui reviennent en service après l'état de perte LOS.

Le diagramme de transition d'état utilisé pour la description du comportement fonctionnel dans la partie-commune est représenté dans le tableau ci-après. La première colonne du tableau indique les événements produits et la première rangée indique les états produits dans la partie-commune.

Les états sont définis comme suit:

a) *Etat d'attente d'acquisition du numéro de série (OLT-COM1)*

La terminaison OLT attend l'indication d'unités ONU "nouvelles" ou "manquantes" ou l'expiration d'un cycle temporel.

b) *Etat d'acquisition du numéro de série (OLT-COM2)*

A son entrée dans cet état, la terminaison OLT arme le cycle d'acquisition du numéro de série. La terminaison OLT vérifie ainsi la présence d'unités ONU "nouvelles" ou "manquantes" et assigne un identificateur ONU-ID aux unités ONU découvertes.

En conséquence, des cycles de mesurage du temps RTD sont activés dans les unités ONU découvertes.

c) *Etat d'attente de mesurage du temps RTD (OLT-COM3)*

A son entrée dans cet état, la partie individuelle de la terminaison OLT arme le cycle de mesurage du temps RTD dans les unités ONU découvertes.

Tant que des cycles de mesurage du temps RTD sont appliqués, la terminaison OLT ne peut pas vérifier la présence d'unités ONU "nouvelles" ou "manquantes".

Les événements sont définis comme suit.

a) *Demande de recherche d'unité ONU "nouvelle" à partir du système d'exploitation*

Cet événement se produit quand une nouvelle unité ONU est définie par le système d'exploitation.

- b) *Alarme d'unités ONU "manquantes" (Perte-de-signal – état de perte LOS)*
Cet évènement se produit quand le nombre d'unités ONU actives (ne se trouvant pas en perte LOS) est inférieur au nombre d'unités ONU installées, comme défini par le système d'exploitation.
- c) *Expiration du cycle temporel d'acquisition du numéro de série*
Dans certains cas, en raison de processus de découverte manuelle et automatique, la terminaison OLT va commencer un cycle d'acquisition de numéro SN même si aucune des unités ONU n'est manquante. Cet évènement se produit quand la temporisation pour cette opération périodique a expiré.
- d) *Réception d'une transmission de numéro de série valide pour une unité ONU "nouvelle"*
Cet évènement se produit quand le même numéro de série a été reçu deux fois pour une nouvelle unité ONU pendant le cycle d'acquisition de numéro SN. Il en résulte qu'un processus complet de mesurage du temps RTD sera activé dans l'unité ONU.
- e) *Réception d'une transmission de numéro de série valide pour une unité ONU "manquante"*
Cet évènement se produit quand le même numéro de série et le même identificateur ONU-ID correct ont été reçus deux fois pour une unité ONU "manquante" pendant le cycle d'acquisition de numéro SN. Il en résulte qu'un processus court de mesurage du temps RTD sera activé dans l'unité ONU.
- f) *Réception d'une transmission de numéro de série inattendu*
Cet évènement se produit quand le même numéro de série inattendu a été reçu deux fois pendant le cycle d'acquisition de numéro SN.
- g) *Absence de réception d'une transmission de numéro de série valide*
Cet évènement se produit quand aucune transmission de numéro SN (valide ou non valide, c'est-à-dire en collision) n'est reçue dans le sens amont pendant deux cycles, c'est-à-dire qu'il y a perte LOS dans le sens amont pendant 2 cycles d'acquisition du numéro de série.
- h) *Limite du cycle d'acquisition du numéro de série atteinte*
Cet évènement se produit après le 10^e cycle d'acquisition du numéro de série.
- i) *Fin du mesurage de retard*
Cet évènement se produit quand les notifications (n) de fin de mesurage du retard, émises par la partie-relative-à-l'ONU-individuelle (n), sont reçues pour toutes les unités ONU qui ont été découvertes pendant l'état ci-dessus d'acquisition du numéro de série. C'est-à-dire que les mesurages du temps RTD sur toutes les unités ONU sont terminés.

	Etat d'attente d'acquisition du numéro de série (OLT-COM1)	Etat d'acquisition du numéro de série (OLT-COM2)	Etat d'attente de mesurage du temps RTD (OLT-COM3)
"Nouvelle" ONU issue du Système d'exploitation	⇒OLT-COM2	–	–
Alarme d'unités ONU "manquantes" (état de perte LOS)	⇒OLT-COM2	–	–
Expiration du cycle temporel d'acquisition du numéro de série	⇒OLT-COM2	–	–
Réception d'une transmission de numéro de série valide pour une unité ONU "nouvelle"		Extraction du numéro SN Attribution d'un identificateur ONU-ID libre	–
Réception d'une transmission de numéro de série valide pour une unité ONU "manquante"		Extraction du numéro SN Réattribution de l'identificateur ONU-ID	–
Réception d'une transmission de numéro de série inattendu		Désactivation de l'unité ONU	
Absence de réception d'une transmission de numéro de série valide		⇒OLT-COM3	
Limite du cycle d'acquisition du numéro de série atteinte		⇒OLT-COM3	
Fin du mesurage de retard			⇒OLT-COM1

10.3.2.2 Comportement de la partie-relative-à-l'ONU-individuelle

Le diagramme de transition d'état qui décrit le comportement fonctionnel dans la partie-relative-à-l'ONU-individuelle(n) est représenté dans le tableau ci-après, dont la première colonne indique les événements produits et dont la première rangée indique les états dans la partie-relative-à-l'ONU-individuelle(n).

Les états sont définis comme suit:

a) *état initial (OLT-IDV1)*

La terminaison OLT attend l'ordre de début de mesurage du temps RTD, c'est-à-dire que l'ONU(n) est dans l'état initial, dans l'état-d'attente ou dans l'état-de-numéro-de-série;

b) *état de mesurage du retard (OLT-IDV2)*

A son entrée dans cet état, la terminaison OLT commence le cycle de mesurage du temps RTD;

c) *état de fonctionnement (OLT-IDV3)*

L'unité ONU(n) est dans l'état de fonctionnement;

d) *l'état-d'alarme-de-protection (OLT-IDV4)*

L'unité ONU(n) est dans l'état-d'alarme-de-protection.

Les évènements sont définis comme suit:

a) *ordre de début du mesurage du temps RTD (n)*

Cet évènement se produit quand cette instruction est reçue de la partie-commune;

b) *fin du mesurage de retard (n)*

Cet évènement se produit quand le mesurage du temps RTD a été effectué efficacement.

Après que le message "**Durée-de-télémetrie**" contenant le retard d'égalisation a été envoyé trois fois à l'unité ONU (n), une notification de fin du mesurage du retard (n) est envoyée pour des raisons de commodité à la partie-commune de la terminaison OLT, puis la transition à l'état-de-fonctionnement (OLT-IDV3) se produit;

c) *arrêt anormal du mesurage de retard (n)*

Cet évènement se produit quand le mesurage du retard a échoué.

Après que le message "Désactivation-d'ONU-ID" a été envoyé trois fois à l'unité ONU (n), une notification de fin du mesurage du retard (n) est envoyée pour des raisons de commodité à la partie-commune de la terminaison OLT, puis transition à l'état initial (OLT-IDV1) se produit;

d) *détection de LOS(n), LOF(n),*

Cet évènement fait passer à l'état-d'alarme-de-protection (OLT-IDV4);

e) *succès de l'essai d'alarme de protection (n)*

Cet évènement se produit quand l'essai d'alarme de protection a été effectué efficacement.

Etant donné que la transmission amont de l'unité ONU est arrivée correctement à la terminaison OLT, l'unité ONU peut revenir à l'état-de-fonctionnement (O6). Ce retour est obtenu par l'envoi 3 fois du message "**Alarme-de-protection**" (avec ONU-ID) à l'unité ONU (n). Une notification de fin d'essai d'alarme de protection (n) est envoyée pour des raisons de commodité à la partie-commune de la terminaison OLT, puis la transition à l'état-de-fonctionnement (OLT-IDV3) se produit;

f) *échec d'essai d'alarme de protection (n)*

Cet évènement se produit quand l'essai d'alarme de protection a échoué.

Après que le message "Désactivation-d'ONU-ID" a été envoyé 3 fois à l'unité ONU (n), une notification de fin d'essai d'alarme de protection (n) est envoyée pour des raisons de commodité à la partie-commune de la terminaison OLT, puis la transition à l'état initial (OLT-IDV1) se produit.

	Etat initial (OLT-IDV1)	Etat de mesurage du retard (OLT-IDV2)	Etat de fonctionnement (OLT-IDV3)	Etat-d'alarme-de-protection (OLT-IDV4)
Ordre de début du mesurage de retard (n)	Notification de début du mesurage de retard (n). ⇒ OLT-IDV2	–	–	–
Fin du mesurage de retard (n)	–	Envoi du message "Durée-de-télémetrie" 3 fois. Notification de fin du mesurage du retard (n). ⇒ OLT-IDV3	–	–
Arrêt anormal du mesurage de retard (n)	–	Envoi du message "Désactivation-d'ONU-ID" 3 fois. Notification de fin du mesurage du retard (n). ⇒ OLT-IDV1	–	–
Détection de LOS(n), LOF(n)	–	–	Notification de début d'essai d'arrivée de transmission (n). ⇒ OLT-IDV4	–
Succès de l'essai d'alarme de protection (n)				Envoi du message "Alarme-de-protection" (avec ONU-ID) 3 fois. Notification de fin d'essai d'alarme de protection (n). ⇒ OLT-IDV3
Echec d'essai d'alarme de protection (n)				Envoi du message "Désactivation-d'ONU-ID" 3 fois. Notification de fin d'essai d'alarme de protection (n). ⇒ OLT-IDV1

10.3.3 Méthodes et Procédures relatives à la terminaison OLT

10.3.3.1 Ouverture d'une fenêtre de télémétrie par la terminaison OLT

Pendant les états de réglage de puissance, d'acquisition du numéro de série et de mesurage du temps RTD, de nouvelles unités ONU émettent des rafales avec des transmissions de messages de réglage de puissance, de numéro de série et de télémétrie. Afin que ces transmissions n'entrent pas en collision avec des données issues d'unités ONU en fonctionnement, la terminaison OLT crée une fenêtre de télémétrie dans la trame amont.

A cette fin, les unités ONU sont arrêtées soit au moyen de structures d'attribution de pointeurs mis à zéro, soit au moyen d'absence totale d'attribution. Noter que, même après réception d'une indication d'arrêt par les unités ONU, celles-ci continuent d'envoyer normalement des données dans le sens amont pendant la durée du retard d'égalisation. Après cette durée, les unités ONU qui sont dans l'état-de-fonctionnement vont arrêter l'envoi de données en amont tant que les demandes d'arrêt sont reçues.

Etant donné que les unités ONU en service arrêtent leur transmission amont de plusieurs trames pendant le cycle d'arrêt, la terminaison OLT doit attendre que la file des unités ONU en service revienne à son état de fonctionnement normal. Cet intervalle est appelé *durée minimale entre cycles d'arrêt*. Sa durée exacte dépend de considérations relatives à l'implémentation.

10.3.3.1.1 Réduction de la zone neutre sans connaissance de la distance d'une unité ONU

Si l'emplacement de la nouvelle unité ONU est inconnu, il est suggéré que la terminaison OLT ouvre une fenêtre de télémétrie fondée sur la somme du temps de propagation dans les sens aval et amont dans l'étendue autorisée pour l'unité ONU (habituellement 20 km, donc un total de 200 μ s) et du retard aléatoire additionnel (la valeur typique est de 50 μ s). Donc, la valeur suggérée pour la fenêtre de télémétrie est de 250 μ s.

10.3.3.1.2 Réduction de la zone neutre avec connaissance de la distance d'une unité ONU

Lorsque certaines des informations sur l'emplacement de l'unité ONU sont connues, il n'est pas nécessaire que la terminaison OLT crée la "zone neutre totale" mentionnée ci-dessus. En revanche, la terminaison OLT ouvre une zone neutre minimale, dont longueur est réduite en fonction de la distance OLT-ONU connue.

La terminaison OLT ne va donc transmettre des pointeurs mis à zéro qu'aux unités ONU dont la transmission amont arrive à la terminaison OLT pendant la zone neutre minimale qui est requise.

10.3.3.2 Transmission d'un numéro de série inattendu

Si la transmission du numéro de série comprend un numéro SN inattendu (qui n'a pas été défini dans la terminaison OLT par le système d'exploitation), l'unité ONU sera désactivée par la terminaison OLT au moyen du message "*Désactivation-du-numéro-de-série*" (avec le paramètre "Désactivation"). L'unité ONU passera à l'**état-d'arrêt-d'urgence (O8)** et arrêtera de répondre aux demandes de numéro de série.

NOTE – Une fois que le numéro de série de l'unité ONU est défini dans la terminaison OLT par le système d'exploitation, celui-ci va activer l'unité ONU au moyen du message "*Désactivation-du-numéro-de-série*" (avec le paramètre "Activation") et l'unité ONU passera à l'état-d'attente (O2).

10.4 Procédure de mesurage du temps RTD

10.4.1 Spécification de la relation de phase entre flux aval et amont

En raison des caractéristiques du réseau PON, les données amont reçues dans la terminaison OLT sont fondées sur la somme de toutes les données émises par les unités ONU. Afin d'éviter de telles collisions, une transmission dans la trame amont est attribuée à chaque unité ONU, par laquelle seule cette unité ONU spécifique est autorisée à envoyer des données. En outre, toutes les unités ONU doivent toujours apparaître équidistantes du point de vue de la terminaison OLT pour le verrouillage des trames amont, c'est-à-dire que le début de toutes les trames amont issues de toutes les unités ONU devrait atteindre la terminaison OLT au même instant. A cette fin, un *retard d'égalisation* est attribué à chaque unité ONU. L'unité ONU retarde la phase amont par rapport à la phase aval d'après la valeur attribuée du retard d'égalisation.

Le processus de télémétrie se charge du calcul du retard d'égalisation, qui est fondé sur le mesurage du temps de propagation aller-retour (RTD) entre la terminaison OLT et chaque unité ONU.

10.4.2 Définitions des déphasages

La configuration des points de déphasage décrits ci-dessous est représentée dans la Figure 10-2.

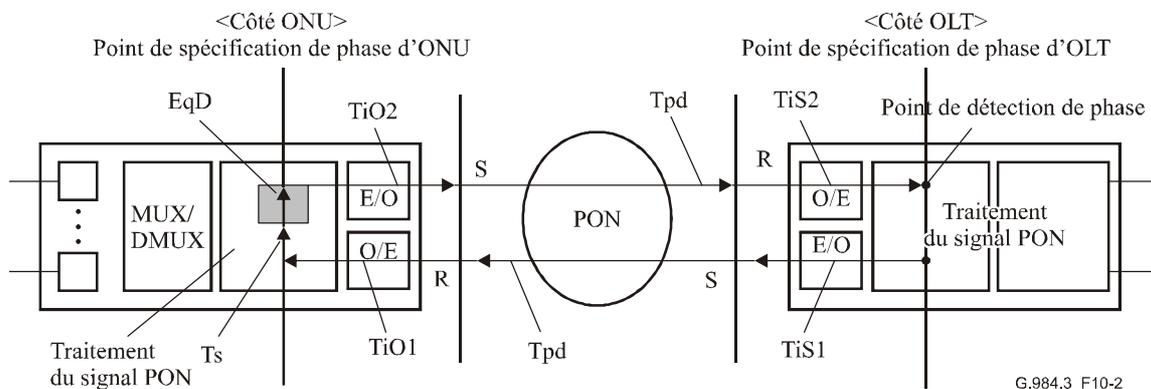


Figure 10-2/G.984.3 – Configuration des points de déphasage

10.4.2.1 Temps de propagation dans une fibre optique (T_{pd})

Le temps de propagation dans une fibre optique (T_{pd}) est dû à la longueur/distance de fibre optique entre la terminaison OLT et l'unité ONU.

10.4.2.2 Temps de transmission de base (T_s)

Le temps de transmission de base (T_s) est dû au traitement du signal PON dans l'unité ONU.

10.4.2.3 Retard optique

Le retard optique ($TiO1$, $TiO2$, $TiS1$, $TiS2$) est dû à la conversion opto-électrique et électro-optique dans l'unité ONU et dans la terminaison OLT.

10.4.2.4 Retard d'égalisation (EqD)

Le retard d'égalisation est un retard interne de l'unité ONU qui est réglé et régi par la terminaison OLT. L'objet de ce paramètre est de retarder la transmission amont de façon qu'elle arrive à la terminaison OLT à la phase correcte.

10.4.2.5 Temps de propagation aller-retour mesuré

Lors du mesurage du temps de propagation aller-retour (RTD) dans une unité ONU spécifique au moyen de la procédure de télémétrie, le *retard d'égalisation* est conventionnellement réglé à zéro mais peut être réglé à une certaine valeur prédéfinie. Le résultat sera donc fondé sur la somme des retards ci-après:

$$\text{RTD} = 2 * T_{pd} + T_s + T_{iO1} + T_{iO2} + T_{iS1} + T_{iS2} + E_{qD}$$

Il est estimé que la valeur de $T_s + T_{iO1} + T_{iO2} + T_{iS1} + T_{iS2}$, en tant que durée suffisante de traitement de signal dans la terminaison OLT et dans l'unité ONU, devrait être inférieure à 50 μs .

En outre, $2 * T_{pd}$ est égal à:

$$2 * T_{pd} = \frac{\text{Distance jusqu'à l'unité ONU [km]}}{0,1 \left[\frac{\text{km}}{\mu\text{s}} \right]}$$

10.4.2.6 Temps de propagation aller-retour égalisé

En raison des différentes distances des unités ONU à partir de la terminaison OLT, il est requis que la phase amont de toutes les unités ONU soit la même. Donc, le retard d'égalisation de l'unité ONU (E_{qD}) est réglé de telle façon que toutes les unités ONU aient la *même* valeur constante de temps de propagation aller-retour égalisé (T_{eqd}).

Le temps de propagation aller-retour égalisé (T_{EqD}) est défini comme suit:

$$T_{eqd} = \text{RTD}(n) + E_{qD}(n)$$

En conséquence, le retard d'égalisation de l'unité ONU (pour l'ONU n) est calculé par:

$$E_{qD}(n) = T_{eqd} - \text{RTD}(n)$$

10.4.3 Surveillance de phase et mise à jour du temps RTD

Une fois que l'unité ONU a été affectée de son facteur de retard d'égalisation, elle est synchronisée sur le début de la trame amont. Les données amont proprement dites sont émises dans une transmission d'unité ONU spécifique (dans un groupe d'intervalles de temps) à l'intérieur de la trame amont conformément aux pointeurs reçus en aval.

Le début de la trame amont sera retardé par le facteur de retard d'égalisation en fonction du début de la trame aval reçue.

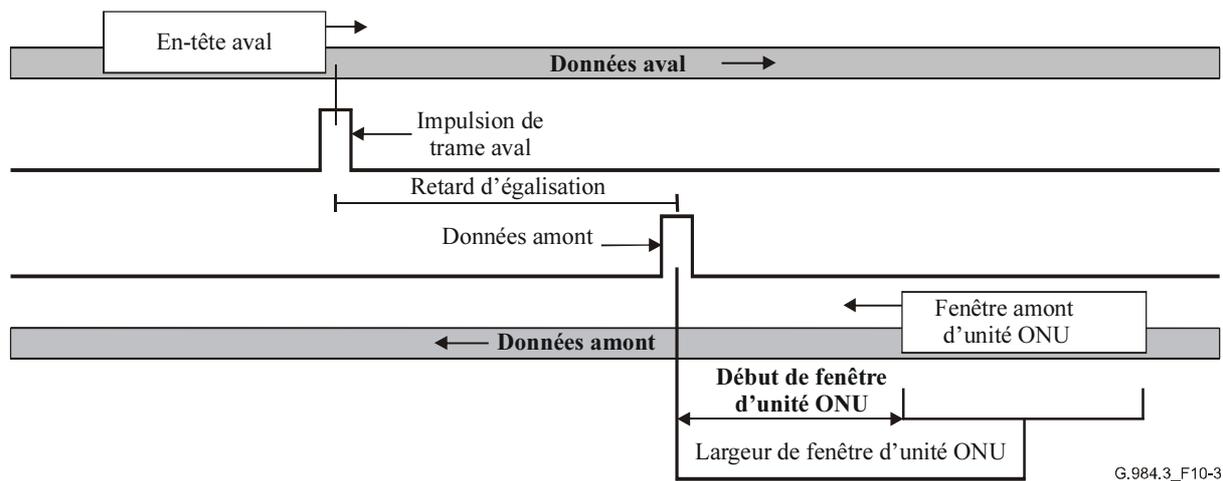


Figure 10-3/G.984.3 – Synchronisation de trame amont

La transmission amont d'unité ONU est censée arriver à un instant fixe pendant la trame amont. La phase d'arrivée de la transmission de l'unité ONU peut dériver en raison du vieillissement, des variations de température, etc. Dans ces cas-là, le retard d'égalisation peut être recalculé/mis à jour à partir de la dérive de la transmission amont, de sorte qu'aucun processus de télémétrie ne soit requis.

La variation du retard d'égalisation sera égale au temps de dérive avec le signe opposé. Donc, si la trame est en avance, le temps de dérive est ajouté au retard d'égalisation. Si la trame est en retard, le temps de dérive est soustrait du retard d'égalisation.

La nouvelle valeur du retard d'égalisation sera calculée par la terminaison OLT et sera mise à jour dans l'unité ONU au moyen du message "*Durée-de-télémétrie*" du flux PLOAM.

10.4.4 Processus de mesurage du temps RTD

Le temps de propagation aller-retour (RTD) est la durée qui s'écoule entre le premier bit/octet de la demande de télémétrie contenue dans la trame aval jusqu'à la réception du dernier bit/octet de la transmission télémétrique. Il est utilisé pour le calcul du retard d'égalisation.

10.4.4.1 Critères d'efficacité ou d'inefficacité du mesurage du temps RTD

Certaines imprécisions pourraient apparaître pendant la procédure de télémétrie. Afin de réduire ces imprécisions, plusieurs mesurages du temps RTD sont effectués avant de calculer le facteur de retard d'égalisation.

Un mesurage du temps RTD est considéré comme efficace si toutes les conditions suivantes sont remplies. Si une seule de ces conditions n'est pas remplie, le mesurage du temps RTD est considéré comme *inefficace*.

- Un message valide de télémétrie avec un identificateur ONU-ID et un numéro de série concordants est reçu par la terminaison OLT.
- Le message de télémétrie est reçu dans les limites de temps prévues d'après la longueur maximale du réseau PON.
- Le temps RTD mesuré s'inscrit dans un intervalle de temps qui est fondé sur une valeur estimée de la distance entre l'unité ONU et la terminaison OLT. Le système d'exploitation fournit la valeur estimée de la distance jusqu'à la terminaison OLT. Si aucune valeur de distance n'a été fournie, cette condition est ignorée.
- Le temps RTD est dans la variance télémétrique autorisée, qui est de N bits selon le débit binaire amont, par rapport au dernier mesurage efficace du temps RTD. Cette condition est ignorée jusqu'au premier mesurage efficace du temps RTD.

- 1,244 Gbit/s – 8 bits;
- 622 Mbit/s – 4 bits;
- 155 Mbit/s – 1 bit.

10.4.4.2 Procédure de mesurage efficace du temps RTD

La procédure de mesurage du temps RTD est considérée comme réalisée après deux mesurages efficaces ou deux mesurages inefficaces.

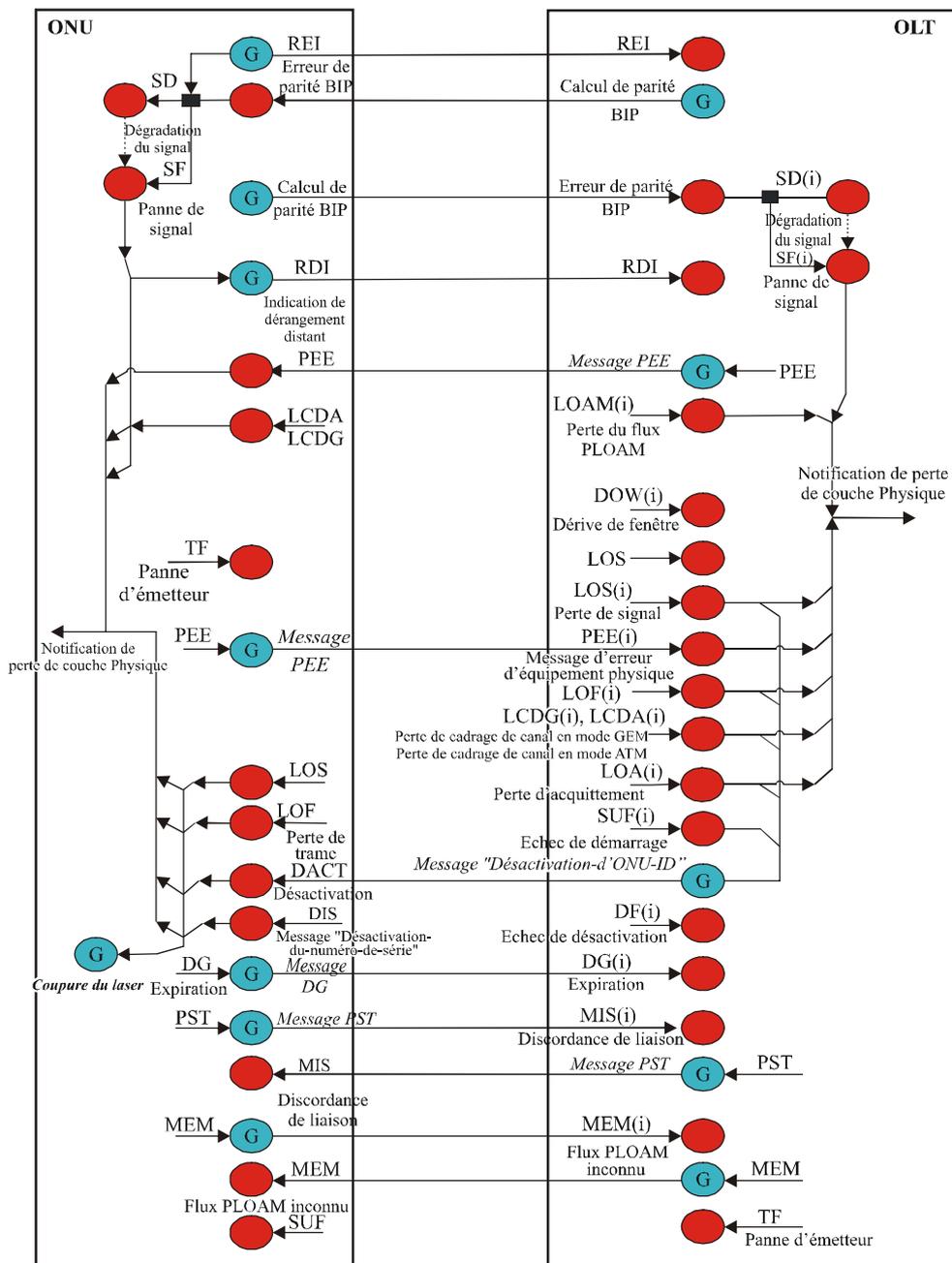
- Pour la procédure de mesurage efficace du temps RTD, celui-ci sera la moyenne des deux mesurages efficaces.
- Pour la procédure de mesurage inefficace du temps RTD, une alarme d'échec de démarrage **SUFI** sera validée et l'unité ONU sera désactivée au moyen du message "Désactivation-d'ONU-ID" (et passera donc à l'état-initial (O1)).

11 Surveillance des alarmes et de la performance

La surveillance des alarmes et de la performance englobe des mécanismes visant à détecter les échecs de liaison et à surveiller la robustesse et la performance des liaisons. Le présent paragraphe ne couvre pas des fonctions telles que la gestion de station, l'attribution de largeur de bande ou la fourniture de capacités.

11.1 Alarmes

Les fonctions OAM installées dans l'unité ONU et dans la terminaison OLT sont représentées dans la Figure 11-1 qui montre également les signaux de notification entre OLT et ONU.



G.984.3_F11-1

Figure 11-1/G.984.3 – Alarmes

11.1.1 Signaux détectés à la terminaison OLT

Type		Description			
		Conditions de détection	Actions	Conditions d'annulation	Actions
LOSi	Perte de signal pour l'ONU _i	Absence de signal optique valide à partir de l'unité ONU après attente pendant M trames consécutives. (M est configurable. Valeur recommandée: 4)	Production d'une notification de perte de couche Physique I.	Quand la terminaison OLT reçoit un signal optique valide à partir de l'unité ONU _i	–
LOS	Perte de signal	La terminaison OLT n'a reçu aucune transmission attendue en amont (échec complet de réseau PON) pendant N trames consécutives. (N est configurable. Valeur recommandée: 4)		Quand la terminaison OLT reçoit au moins 1 transmission amont.	–
LOFi	Perte de trame d'unité ONU _i	Quand 4 verrouillages non valides de trames consécutives sont reçus de l'unité ONU _i	Envoi 3 fois du message "Désactivation-d'ONU-ID". Production d'une notification de perte de couche Physique I.	Quand le verrouillage de trames pour l'ONU _i est obtenu dans l'état-de-fonctionnement.	–
DOWi	Dérive de fenêtre d'unité ONU _i	Une transmission d'unité ONU est reçue à un emplacement inattendu dans la trame virtuelle amont. DOW _i indique que la phase a dérivé mais est corrigible par modification du retard EqD	Envoi du retard modifié EqD à l'unité ONU _i	Quand la terminaison OLT reçoit la transmission de l'ONU _i à l'emplacement correct	–
SFi	Défaillance du signal d'unité ONU _i	Quand le BER d'unité ONU _i devient $\geq 10^{-y}$, la transition à cet état est effectuée. Y est configurable dans l'étendue de 3 à 8	Envoi 3 fois du message "Désactivation-d'ONU-ID". Production d'une notification de perte de couche Physique I.	Quand le BER d'unité ONU _i devient $< 10^{-y+1}$, cet état est relevé.	–
SDi	Dégradation du signal d'unité ONU _i	Quand le BER d'unité ONU _i devient $\geq 10^{-x}$, la transition à cet état est effectuée. X est configurable dans l'étendue de 4 à 9 mais doit toujours être supérieur à Y (seuil d'alarme SF).	–	Quand le BER d'unité ONU _i devient $< 10^{-x+1}$, cet état est relevé.	–
LCDAi	Perte du cadrage de canal en mode ATM	Quand 8 contrôles HEC consécutivement non valides sont reçus de l'unité ONU _i .	Envoi 3 fois du message "Désactivation-d'ONU-ID". Production d'une notification de perte de couche Physique I	Quand le cadrage de cellules pour l'ONU _i est obtenu	–

Type		Description			
		Conditions de détection	Actions	Conditions d'annulation	Actions
LCDGi	Perte du cadrage de canal en mode GEM	Le canal en mode GEM n'a pas pu être cadré pendant 3 trames consécutives.	Envoi 3 fois du message "Désactivation-d'ONU-ID" Production d'une notification de perte de couche Physique I	Quand le cadrage de canal en mode GEM pour l'ONU _i est obtenu	–
RDI _i	Indication de dérangement distant d'unité ONU _i	Quand le champ RDI d'unité ONU _i est validé. La transmission de terminaison OLT est reçue avec dérangements à l'unité ONU _i		Quand le champ RDI d'unité ONU _i est réinvalidé	–
TF	Panne d'émetteur	L'émetteur de la terminaison OLT est déclaré en panne quand il n'y a pas de courant photo-électrique nominal de facette postérieure ou quand les courants de commande dépassent la spécification maximale.	–	–	–
SUF _i	Défaillance du démarrage d'unité ONU _i	La télémétrie d'unité ONU _i a échoué n fois (n = 2) tandis que la terminaison OLT a reçu des rafales optiques à partir de cette unité ONU	Envoi 3 fois du message "Désactivation-d'ONU-ID".	L'unité ONU est télémétrée efficacement.	–
DF _i	Échec de désactivation d'unité ONU _i	L'unité ONU ne réagit pas correctement après trois messages "Désactivation-d'ONU-ID".	–	Annulation par l'opérateur.	–
LOA _i	Perte d'acquiescement avec ONU _i	La terminaison OLT ne reçoit pas d'acquiescement à partir de l'unité ONU _i après un ensemble de messages en aval qui impliquent un acquiescement en amont.	Envoi 3 fois du message "Désactivation-d'ONU-ID". Production d'une notification de perte de couche Physique I.	Quand la terminaison OLT reçoit un acquiescement à partir de l'unité ONU.	–
DGi	Réception d'une expiration d'unité ONU _i	Quand la terminaison OLT reçoit le message DG à partir de l'unité ONU _i , le signal DG _i est validé.	Non-prise en compte des alarmes reçues à partir de cette unité ONU. Production d'une notification de perte de couche Physique I.	Quand la terminaison OLT reçoit un message PLOAM pendant le processus de télémétrie	–
LOAM _i	Perte de flux PLOAM pour l'ONU _i	Quand 3 messages consécutifs PLOAM d'unité ONU _i sont absents après que la terminaison OLT a envoyé une demande "SendPLOAMu" pour cette unité ONU	Envoi 3 fois du message "Désactivation-d'ONU-ID". Production d'une notification de perte de couche Physique I.	Quand la terminaison OLT reçoit un message PLOAM correspondant à son fanion PLOAM dans l'état-de-fonctionnement.	

Type		Description			
		Conditions de détection	Actions	Conditions d'annulation	Actions
MEMi	Message d'erreur de message reçu de l'unité ONUi	Quand la terminaison OLT reçoit un message inconnu à partir de l'unité ONUi	–	Quand l'opérateur en est informé.	–
MISi	Discordance de liaison d'unité ONUi	La terminaison OLT détecte que la trace PSTi reçue et la trace PST émise sont différentes.	–	La terminaison OLT détecte que la trace PSTi reçue et la trace PST émise sont identiques.	–
PEEi	Erreur d'équipement physique d'unité ONUi	Quand la terminaison OLT reçoit un message PEE de l'unité ONU	Production d'une notification de perte de couche Physique I	Quand la terminaison OLT ne reçoit pas de message PEE à partir de l'unité ONUi dans 3 s	

11.1.2 Signaux détectés à l'unité ONU

Type		Description			
		Conditions de détection	Actions	Conditions d'annulation	Actions
LOS	Perte de signal	Non-réception de signal optique valide pendant N trames consécutives ou non-réception de transition d'état électrique pendant M trames consécutives. N & M sont configurables. Valeur recommandée: 3	Coupage du laser. Production d'une notification de perte de couche Physique. Passage à <i>l'état-initial</i>	Signal optique valide.	Passage à <i>l'état-d'attente</i>
LOF	Perte de trame	Quand 5 signaux PSYNC consécutivement non valides sont reçus de la terminaison OLT.	Coupage du laser. Production d'une notification de perte de couche Physique. Passage à <i>l'état-initial</i>	Quand 2 trames consécutives ont un signal correct PSYNC	Passage à <i>l'état-d'attente</i>
SF	Défaillance du signal	Quand le taux BER aval devient $\geq 10^{-y}$, la transition à cet état est effectuée. Y est configurable dans l'étendue de 3 à 8	–	Signal inactivé quand le taux BER aval est $< 10^{-(y+1)}$	–
SD	Dégradation du signal	Quand le taux BER aval devient $\geq 10^{-x}$, la transition à cet état est effectuée. X est configurable dans l'étendue de 4 à 9, mais doit toujours être supérieur à Y.	–	Signal inactivé quand le taux BER aval est $< 10^{-(x+1)}$	
LCDA	Perte du cadrage de canal en mode ATM	Quand 7 contrôles HEC consécutivement non valides sont reçus de la terminaison OLT.	Coupage du laser. Production d'une notification de perte de couche Physique.	Quand le cadrage de cellules est obtenu.	–

Type		Description			
		Conditions de détection	Actions	Conditions d'annulation	Actions
LCDG	Perte du cadrage de canal en mode GEM	Le canal en mode GEM n'a pas pu être cadré pendant 3 trames consécutives.	Coupure du laser. Production d'une notification de perte de couche Physique.	Quand le cadrage du canal GEM est obtenu	–
TF	Panne d'émetteur	L'unité ONU émettrice est déclarée en panne quand il n'y a pas de courant photo-électrique nominal de facette postérieure ou quand les courants de commande dépassent la spécification maximale.	–	–	–
SUF	Défaillance du démarrage	Le télémesurage de cette unité ONU a échoué (voir protocole de télémétrie pour condition exacte).	–	Lorsque le télémesurage réussit.	–
MEM	Message d'erreur de message	Quand l'unité ONU reçoit un message inconnu.	–	–	–
DACT	Désactivation d'ONU-ID	Quand l'unité ONU reçoit le message "Désactivation-d'ONU-ID". Ce signal commande à l'unité ONU de se désactiver.	Coupure du laser et passage à <i>l'état-d'attente</i> . Production d'une notification de perte de couche Physique.	Réception du message "Surdébit-amont".	Activation du laser
DIS	ONU désactivée	Quand l'unité ONU reçoit un message " Désactivation-du-numéro-de-série " avec son propre numéro de série et le fanion d'activation = 0xFF, elle reste dans cet état même après extinction de l'alimentation.	Coupure du laser. Passage à <i>l'état-d'Arrêt-d'urgence</i> Production d'une notification de perte de couche Physique	Quand l'unité ONU reçoit un message " Désactivation-du-numéro-de-série " avec fanion d'activation = 0x0F ou quand elle reçoit un message "Désactivation-du-numéro-de-série" avec son propre numéro de série et le fanion d'activation = 0x00.	Passage à l'état initial
MIS	Discordance de liaison	L'unité ONU détecte que les traces PST reçues et émises sont différentes.	–	L'unité ONU détecte que les traces PST reçues et émises sont identiques.	–
PEE	Erreur d'équipement physique	Quand l'unité ONU reçoit un message d'erreur PEE	Production d'une notification de perte de couche Physique	Quand l'unité ONU ne reçoit aucun message d'erreur PEE dans les 3 s	

Type		Description			
		Conditions de détection	Actions	Conditions d'annulation	Actions
RDI	Indication de dérangement distant dans l'ONU	Quand la transmission de terminaison OLT est reçue avec des dérangements à l'unité ONU. Les dérangements comprennent les pannes générales du trajet de données en aval, y compris un taux excessif d'erreurs sur les bits (après correction FEC), ou des surdébits corrompus. Les erreurs binaires isolées ne sont pas considérées comme des dérangements.	Activation du bit d'état d'indication RDI dans le surdébit PLOu.	Quand le dérangement de la transmission de terminaison OLT est résolu	Relève de l'état de bit d'indication RDI dans le surdébit PLOu

11.1.3 Spécification des seuils d'alarme SD et SF

Dans le cadre de la surveillance de la performance offerte dans le protocole de couche GTC, les conditions de défaillance du signal (SF, *signal fail*) et de dégradation de signal (SD, *signal degrade*) sont calculées par la logique de réception et déclarées comme alarmes.

Le calcul des conditions SF et SD est effectué par comptage des violations de parité BIP au cours d'une certaine période et par comparaison de ce décompte avec un seuil prédéfini. La relève des conditions SF et SD est effectuée de façon similaire, à condition qu'elle soit effectuée à un ordre de grandeur inférieur à la condition de détection, par exemple si une alarme SD est déclarée à un BER de 10^{-5} , cette alarme devrait être relevée à un BER de 10^{-6} .

Les instants et les seuils de détection dépendent du débit binaire des signaux, du BER recherché et de la probabilité de détection requise.

11.2 Surveillance de la performance

11.2.1 Signaux détectés à la terminaison OLT

Type		Description	
		Conditions de détection	Actions
ERRi	Erreur de parité BIP d'unité ONUi	La parité BIP-8 reçue est comparée à la parité BIP-8 calculée sur le flux reçu. Dans le cas d'une différence, le compteur d'erreurs ERRi est incrémenté	Le nombre de bits différents est cumulé dans ERR. Les alarmes SDi et SFi sont déclarées si le BER dépasse un seuil défini
REIi	Indication d'erreur distante d'unité ONUi	Dès que l'unité ONU détecte des erreurs de parité BIP, elle envoie en amont le nombre d'erreurs à l'intérieur du message REI du flux PLOAM. Si le message REI reçu est différent de zéro, le compteur d'indications REIi est incrémenté	Le compteur d'indications REIi est incrémenté en conséquence

11.2.2 Signaux détectés à l'unité ONU

Type		Description	
		Conditions de détection	Actions
ERR	Erreurs de parité BIP	La parité BIP-8 reçue est comparée à la parité BIP-8 calculée sur le flux reçu. En cas de différence, le compteur d'erreurs ERR est incrémenté	Le nombre de bits différents est cumulé dans le champ ERR. Des alarmes SD et SF sont déclarées si le BER dépasse un seuil défini

11.2.3 Evènements de surveillance de la performance

La surveillance PM à l'extrémité proche est fondée sur les dérangements et les erreurs de parité BIP détectées dans une trame/transmission tandis que la surveillance PM à l'extrémité distante est fondée sur les indications REI et RDI reçues.

12 Sécurité

Le présent paragraphe examine les problèmes de sécurité des données posés par le réseau PON. Il examine le modèle de menace que la sécurité est destinée à contrer. Il examine ensuite l'échange de clés de base et la méthode d'activation.

12.1 Modèle de menace de base

Le principal problème posé dans un réseau PON est que les données aval sont diffusées à toutes les unités ONU reliées au réseau PON. Si un utilisateur malveillant devait reprogrammer son unité ONU, il pourrait alors recevoir toutes les données aval de tous les utilisateurs. C'est cette "menace d'interception illicite" que le système de sécurité du réseau PON vise à contrer. D'autres menaces, plus spéciales, ne sont pas considérées comme importantes en pratique parce que, afin de lancer ces attaques, l'utilisateur devra dépenser plus de ressources qu'il n'en obtiendra.

Par ailleurs, le réseau PON proprement dit possède la caractéristique unique d'être très directionnel, de sorte qu'une unité ONU ne peut pas observer le trafic amont à partir d'autres unités ONU sur le réseau PON. Cette caractéristique permet de transmettre des informations privilégiées (comme les clés de sécurité) en amont sans codage. Bien qu'il existe des menaces qui pourraient compromettre cette situation, par exemple une attaque par repiquage optique des fibres communes du réseau PON, cette hypothèse n'est de nouveau pas considérée comme réaliste, étant donné que l'attaquant devrait alors agir dans des espaces publics et dégraderait probablement le réseau PON qu'il tenterait précisément de repiquer.

12.2 Système de chiffrement

L'algorithme de chiffrement à utiliser est la norme de cryptage perfectionné (AES, *advanced encryption standard*). Il s'agit d'un chiffrement par blocs qui fonctionne sur des blocs de données de 16 octets (128 bits). Cet algorithme accepte des clés de 128, 192 et 256 octets. Il est décrit dans des documents publiés par le "National Institute of Standards and Technology" (NIST) aux Etats-Unis d'Amérique.

Il y a plusieurs modes de fonctionnement pour cette norme; cependant, seul le mode dit "à compteur" (CTR) doit être utilisé. Le chiffrement produit un flux de blocs chiffrants de 16 octets pseudo-aléatoires qui sont combinés par opérateur OUX avec le texte non codé d'entrée afin de produire la sortie de texte chiffré. Celui-ci est combiné par opérateur OUX avec les mêmes blocs chiffrants pseudo-aléatoires afin de reproduire le texte non codé. De même, la longueur de clé est fixée à 128 bits. De très grandes clés peuvent être prises en charge, mais cet usage sera facultatif.

Le mode du compteur utilise un compteur cryptographique synchronisé qui est commun à la terminaison OLT et à toutes les unités ONU. La structure de ce compteur cryptographique est la suivante. Le compteur a une largeur de 46 bits. Les 16 bits de plus faible poids constituent le compteur intratrame et les 30 bits de plus fort poids constituent le compteur intertrame.

Le compteur intratrame est recalé sur zéro au début de la trame aval (le premier octet du bloc PCBd) et est incrémenté tous les 4 octets. Par exemple, dans le système à débit aval de 1,244 Gbit/s, le compteur va aller de 0 à 4859.

Le compteur intertrame est identique au compteur de supertrames transmis dans le champ "Ident" du bloc PCBd. L'unité ONU implémente un compteur local synchronisé et possède donc une tolérance aux erreurs dans ce champ.

Les blocs de chiffrement aléatoire sont verrouillés sur le début des charges en datagrammes utiles. Dans le cas des données en mode ATM, les 48 octets de charge utile seront chiffrés. Étant donné que ces données sont égales à trois blocs égaux de 16 octets, trois blocs de chiffrement aléatoire sont directement combinés par opérateur OUX aux données.

Dans le cas des fragments en mode GEM, seule la charge utile sera chiffrée. L'en-tête contenant l'identificateur Port-ID ne sera pas chiffré. Étant donné que les fragments ne doivent pas nécessairement être un nombre entier de blocs chiffrés, le dernier bloc de données (de 1 à 16 octets de longueur) est combiné par opérateur OUX avec la portion de plus fort poids du dernier bloc chiffrant (16 octets de longueur) du code AES. La portion excédentaire du dernier bloc chiffrant est ignorée.

Noter que le compteur cryptographique est verrouillé sur la trame aval de couche GTC, mais les blocs chiffrants AES sont verrouillés sur la charge de données utiles. L'interrelation de ces deux séquences est illustrée dans la Figure 12-1. Quand un datagramme est émis à la terminaison OLT ou reçu à l'unité ONU, l'emplacement du premier octet de son en-tête est noté. La valeur du compteur cryptographique à cette position d'octet est utilisée comme valeur initiale du compteur de blocs chiffrants pour ce datagramme. Concernant les blocs chiffrants contenus plus loin dans ce datagramme, le compteur est incrémenté de 1 à chaque bloc. Cet arrangement garantit que la même valeur de compteur n'est jamais utilisée plus d'une seule fois.

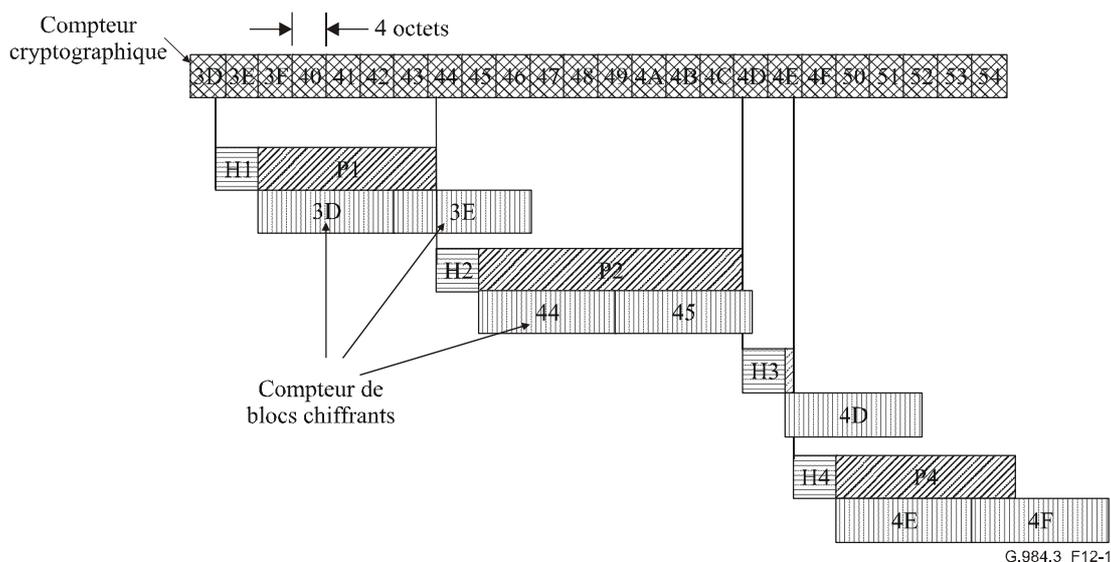


Figure 12-1/G.984.3 – Relation entre séquence de compteur cryptographique et séquence de blocs chiffrants

La valeur du compteur de blocs de 46 bits alimente comme suit l'entrée dans le champ de 128 bits de l'algorithme AES. Les 46 éléments binaires sont dupliqués 3 fois, ce qui produit une séquence de 138 bits. Les dix éléments binaires de plus fort poids sont ensuite ignorés. Le nombre résultant de 128 bits est alors chiffré avec l'algorithme AES, ce qui produit 128 bits de chiffrement aléatoire, qui sont ensuite combinés par opérateur OUX avec la charge utile de données d'utilisateur.

12.3 Echange et commutation de clé

Il est présumé que la terminaison OLT et l'unité ONU ont déjà configuré un identificateur VPI ou Port-ID pour comportement chiffré et qu'elles ont construit une clé à utiliser. Aussi bien l'unité ONU que la terminaison OLT mémorisent les données de clé dans leurs registres de clé active et c'est ce registre que l'algorithme de chiffrement utilise.

L'échange de clés est lancé par la terminaison OLT, qui envoie à cette fin le message "Demande-de-clé" dans le canal de surdébit PLOAM. L'unité ONU répond par la production, la mémorisation et l'envoi de la clé. L'unité ONU mémorise la nouvelle clé dans le registre de clé réfléchie. Etant donné que le message PLOAM est limité en longueur, la clé est émise en deux fragments au moyen du champ de fragmentation afin d'indiquer quelle partie de la clé est en cours d'envoi. Les deux parties de la clé sont émises trois fois afin d'assurer une meilleure redondance. Toutes les transmissions de clé particulière par une unité ONU ont la même valeur d'indice de clé, de façon que la terminaison OLT puisse définitivement confirmer que toutes les transmissions sont effectuées à partir de la même clé. L'indice de clé est incrémenté à chaque clé que l'unité ONU produit sur demande de la terminaison OLT.

Si la terminaison OLT ne réussit pas à recevoir l'une ou l'autre partie de la clé toutes les trois fois que celle-ci est émise, alors la terminaison OLT va demander la production par l'unité ONU d'une autre clé en envoyant un nouveau message "Demande-de-clé". Si la transmission de clé échoue trois fois, alors la terminaison OLT va déclarer une perte de synchronisme de clé.

Une fois que la terminaison OLT a reçu correctement la clé, elle mémorise la clé validée dans son registre de clé réfléchie. Maintenant le système est préparé à la commutation de clé. La terminaison OLT choisit un numéro de trame à venir qui sera la première trame à utiliser la nouvelle clé. Elle transmet le numéro de supertrame de cette trame à l'unité ONU au moyen du message "Instant-de-changement-de-clé". Ce message est émis trois fois et l'unité ONU n'a besoin de recevoir qu'une seule copie correcte pour connaître l'instant de commutation. Au début de la trame choisie, la terminaison OLT va copier le contenu du registre de clé réfléchie dans le registre de clé active et l'unité ONU va copier son registre de clé réfléchie dans le registre de clé active. De cette façon, aussi bien la terminaison OLT que l'unité ONU commencent à utiliser la nouvelle clé à précisément la même frontière de trame pour toute nouvelle unité PDU (en cellules ou en trames) qu'elles échangent.

Noter que l'algorithme AES nécessite la production d'une série de clés inactives d'après une seule clé. Cette opération de planification de clés prend du temps, de sorte qu'elle doit toujours être effectuée en prévision de la commutation de clé. Au moment où le bit de commutation de clé est changé, les deux unités OLT et ONU doivent toujours être prêtes à utiliser la nouvelle clé.

13 Correction d'erreur directe

13.1 Introduction

La correction d'erreur directe (FEC, *forward error correction*) est utilisée par la couche de transport dans les systèmes de communication. Elle est fondée sur la transmission des données en format codé. Le codage apporte une redondance qui autorise le décodeur à détecter et corriger les erreurs de transmission. Par exemple, pour un BER d'entrée de 10^{-4} , le BER à la sortie du décodeur de correction FEC va tomber à 10^{-15} . Au moyen de la technique de correction FEC, une transmission de données avec un faible taux d'erreur peut être obtenue et les retransmissions sont évitées.

La correction FEC se traduit par une augmentation du budget de liaison d'environ 3 à 4 dB. Un débit binaire plus élevé et une plus grande distance à partir de la terminaison OLT vers les unités ONU peuvent donc être pris en charge, ainsi qu'un plus grand nombre de points de partage optique dans un même réseau PON arborescent.

13.1.1 Code Reed-Solomon (correction FEC par blocs)

Le code de Reed-Solomon (RS) s'applique aux blocs en prenant un bloc de données de longueur constante et en ajoutant à la fin de ce bloc des bits supplémentaires "de redondance", créant ainsi un mot de code. Au moyen de ces bits supplémentaires, le décodeur de correction FEC traite le flux de données, découvre les erreurs, les corrige et rétablit les données originales. Le code Reed-Solomon (RS) est spécifié dans la Rec. UIT-T J.81.

Le code RS le plus courant est RS(255,239), où le mot de code a 255 octets de longueur, dont 239 octets de données suivis par 16 octets redondants en surdébit. Le code RS(255,239) est utilisé dans les Recommandations UIT-T G.975 et UIT-T G.709.

Quand on utilise une correction FEC par blocs, les données originales sont préservées. Les données originales peuvent donc être traitées même si l'autre côté ne prend pas en charge la correction FEC, par non-prise en compte des bits de parité.

La correction d'erreur directe (FEC) par blocs n'est pas efficace aux BER très élevés (par exemple, avec un BER de 10^{-3} , une erreur de décodage se produira).

13.1.2 Interopérabilité OLT ↔ ONU

La solution de la correction FEC doit toujours prendre en charge le cas où la terminaison OLT communique simultanément aussi bien avec les unités ONU prenant en charge la correction FEC qu'avec les unités ONU ne la prenant pas en charge.

13.1.2.1 Interopérabilité en aval

- La terminaison OLT devrait être en mesure de coder ou de ne pas coder ses données aval.
- L'état du codage de correction FEC (activé/désactivé) sera envoyé aux unités ONU au moyen du bit FEC du champ "IDENT".
- Chaque unité ONU devrait être en mesure de décoder ou de ne pas décoder les données reçues (en supposant qu'elles soient codées). Au moyen d'un code RS par blocs, l'emplacement des bits de parité est connu par avance. Ainsi, des unités ONU qui ne prennent pas en charge la correction FEC peuvent omettre, c'est-à-dire ne pas traiter, les bits de parité et pleinement rétablir les données aval originales sans décodage FEC.

13.1.2.2 Interopérabilité en amont

- Chaque ONU peut soit coder en correction FEC ou ne pas coder en correction FEC ses données amont.
- La terminaison OLT règle l'état du codage de correction FEC de l'unité ONU (activé/désactivé) au moyen du bit FEC contenu dans le champ de fanion.
- La terminaison OLT doit toujours être en mesure (pour chaque transmission de l'unité ONU) de soit décoder ou de ne pas décoder les données amont entrantes (en supposant qu'elles soient codées).

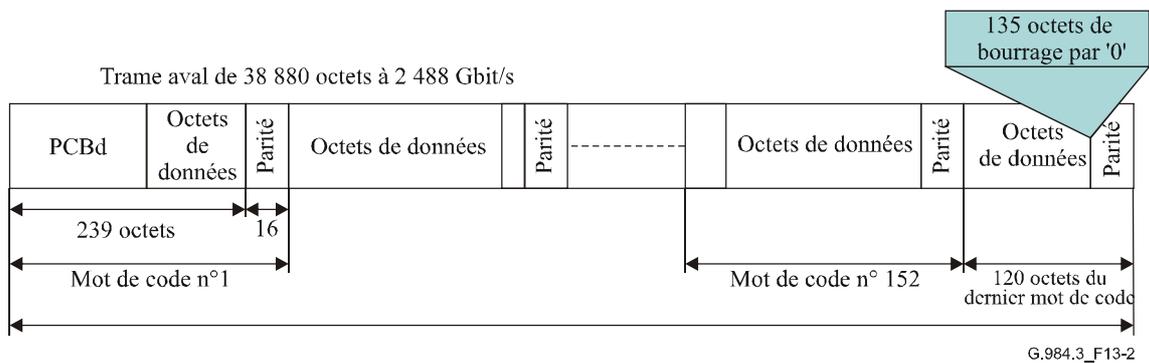


Figure 13-2/G.984.3 – Dernier mot de code pour débit binaire aval de 2,5 Gbit/s

13.2.2 Synchronisation du mot de code de correction FEC

13.2.2.1 Synchronisation de trame à l'unité ONU

La séquence de verrouillage de trames en aval est le champ de synchronisation de couche Physique (Psync), qui est fondé sur les 32 premiers bits (0xB6AB31E0) du bloc PCBd dans le premier mot de code de la trame. Etant donné que le codage par blocs est utilisé, ces bits ne sont pas changés pendant le processus de codage FEC et sont reçus inchangés à l'unité ONU. L'unité ONU peut donc continuer à utiliser cette séquence pour la synchronisation des trames.

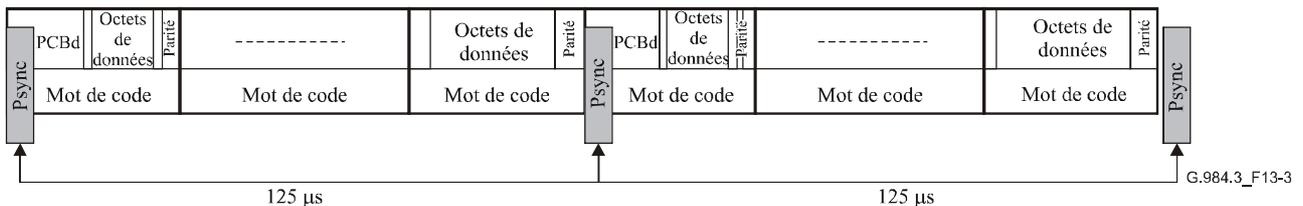


Figure 13-3/G.984.3 – Synchronisation de trame aval

13.2.2.2 Synchronisation du mot de code

Etant donné que tous les mots de code sont disposés séquentiellement dans la trame, aucune synchronisation n'est requise pour les mots de code, c'est-à-dire qu'une fois le synchronisme des trames obtenu, celui du mot de code est également obtenu par implémentation d'un compteur de 255 octets.

Une fois le synchronisme du mot de code obtenu, chaque mot de code est décodé (les bits de parité sont supprimés et les données corrigées sont reçues) et la charge utile aval d'origine est reconstruite.

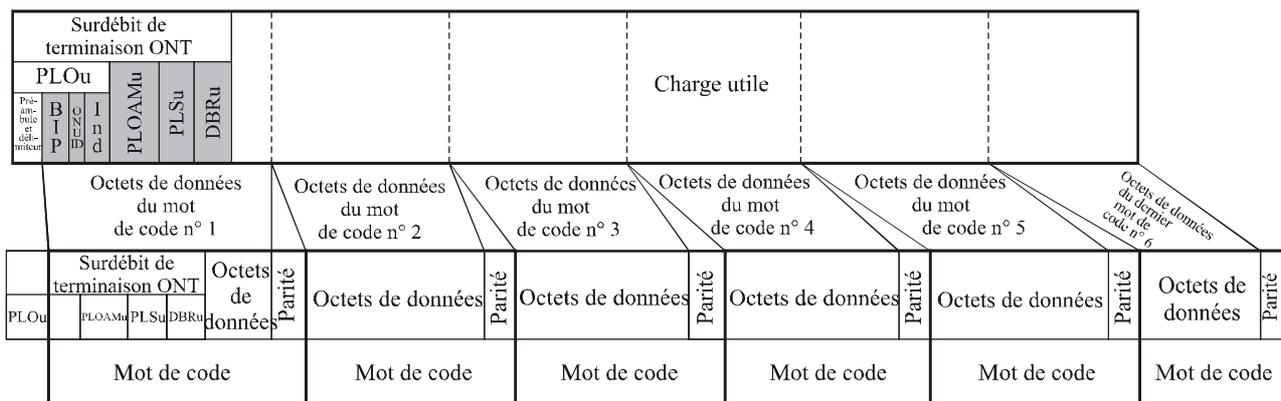
13.3 Correction FEC en amont

13.3.1 Transmission en amont avec structure de correction FEC

13.3.1.1 Octets de parité

Lors de la construction de la transmission amont avec correction FEC, les octets de parité de correction FEC sont insérés à la fin de chaque mot de code. Quand on utilise le code RS(255,239), tous les 239 octets de données (transmission originale) sont suivis par 16 octets de parité.

Les champs de délimiteur et de préambule situés dans la section de surdébit PLOu de l'unité ONU ne sont pas compris dans le premier mot de code, c'est-à-dire que celui-ci commence par l'octet de parité BIP.



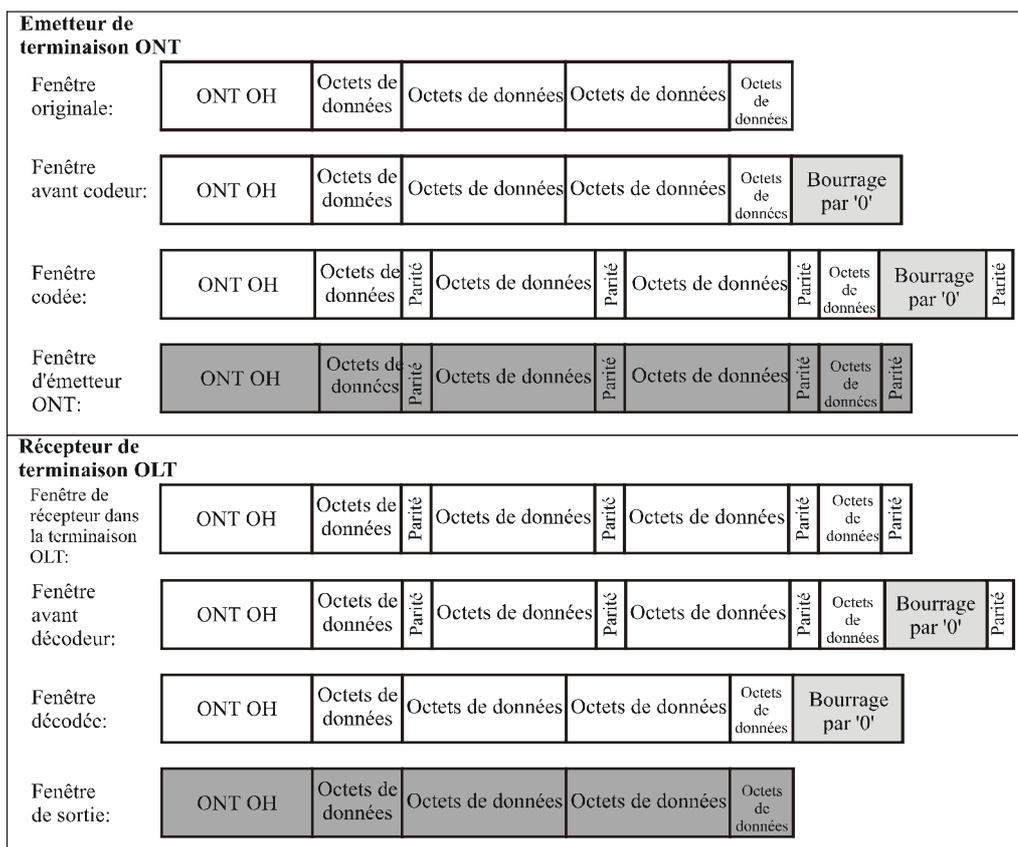
G.984.3_F13-5

Figure 13-5/G.984.3 – Transmission amont avec structure de correction FEC

13.3.1.2 Dernier mot de code plus court

La transmission originale est subdivisée en mots de code de 239 octets. Dans la plupart des cas, il restera moins de 239 octets pour le dernier mot de code. Le mécanisme du dernier mot de code est décrit ci-après:

- afin que le nombre d'octets dans le dernier mot de code soit égal à 239, des octets "zéro" supplémentaires (octets de bourrage par '0') sont ajoutés avant le codeur, à la fin du dernier mot de code;
- les octets de parité sont calculés;
- les octets supplémentaires sont supprimés et le mot de code plus court est transmis;
- la transmission est reçue à la terminaison OLT;
- les octets "zéro" supplémentaires sont réinsérés avant le décodeur, à la fin du dernier mot de code. Étant donné que la longueur de la transmission est connue d'avance par la terminaison OLT, celle-ci peut facilement calculer le nombre de ces octets "zéro";
- les octets supplémentaires sont de nouveau supprimés.



G.984.3_F13-6

Figure 13-6/G.984.3 – Transmission amont avec structure de correction FEC

13.3.1.3 Longueur de transmission d'unité ONU

La longueur de transmission définie dans la trame d'affectation de largeur de bande amont, contenue dans la partie de bloc PCBd de la trame aval, est fondée sur la transmission codée sans les octets de bourrage par '0'.

13.3.2 Synchronisation du mot de code de correction FEC

13.3.2.1 Synchronisation de la transmission

Les champs de préambule et de délimiteur, contenus dans la section de surdébit PLOu de la transmission amont de l'unité ONU, servent à la synchronisation de la transmission amont. Ces champs ne sont pas changés pendant le processus de codage FEC, c'est-à-dire qu'ils sont reçus inchangés par la terminaison OLT. Celle-ci peut donc continuer à utiliser le préambule et le délimiteur dans le surdébit d'unité ONU afin d'assurer la synchronisation de la transmission.

Etant donné que tous les mots de code sont disposés séquentiellement dans la transmission, aucune synchronisation n'est requise sur les mots de code. Une fois que le synchronisme de la transmission est obtenu, l'emplacement de chaque mot de code est connu et le synchronisme du mot de code est obtenu (255 octets par mot de code).

13.3.2.2 Erreurs de mot de verrouillage

En raison d'un BER élevé, la probabilité de recevoir des erreurs dans le mot de verrouillage est élevée. Afin d'obtenir le synchronisme de la transmission, jusqu'à trois ou quatre bits erronés sont donc autorisés dans le mot délimiteur (de verrouillage) si ce délimiteur a une longueur de 16 ou 20 bits, selon le cas.

13.3.3 Activation/désactivation de la correction FEC en amont

13.3.3.1 Bit d'indication de correction FEC en amont

La fonction de correction FEC en amont de l'unité ONU peut être activée/désactivée par le système d'exploitation au moyen de la terminaison OLT. Un bit d'indication dans la bande est utilisé par la terminaison OLT afin de signaler à l'unité ONU une modification d'état de la correction FEC.

La terminaison OLT règle l'état du codage FEC d'unité ONU (activée/désactivée) au moyen du bit d'utilisation de la correction FEC contenu dans le champ de fanion.

Le bit d'indication de correction FEC agit comme suit:

- '0' – Désactivée. Aucune correction FEC dans la transmission amont;
- '1' – Activée. La transmission amont est codée.

Si la correction FEC n'est pas prise en charge (FEC 'Désactivé'):

- aucun octet de parité ne sera inclus dans la transmission;
- la transmission en amont doit être traitée en l'état actuel, c'est-à-dire, sans processus de décodage.

13.3.3.2 Comportement de détection à la terminaison OLT de l'état d'activation/désactivation de la correction FEC en amont

Etant donné que le BER de ligne peut être très élevé ($\approx 10^{-6}$), la probabilité qu'un bit erroné d'indication de correction FEC soit reçu à la terminaison OLT est relativement élevée. Un mécanisme d'hystérésis sera donc utilisé pour le verrouillage d'état d'activation/désactivation de la correction FEC à la terminaison OLT:

- valeur par défaut: l'état de la correction FEC est "Désactivée". Aucun décodage de correction FEC en amont n'est appliqué dans la terminaison OLT;
- après 4 bits consécutifs d'indication de correction FEC "Activée", l'état de la correction FEC est réglé à "Activée". Le décodage de la correction FEC en amont est activé dans la terminaison OLT;
- après 4 bits consécutifs d'indication de correction FEC "Désactivée", l'état de la correction FEC est réglé à "Désactivée". Le décodage de correction FEC en amont est arrêté dans la terminaison OLT.

13.4 Transmissions d'activation d'unité ONU

Dans toutes les transmissions spéciales d'activation d'unité ONU, c'est-à-dire les transmissions de numéro SN et les transmissions de télémétrie, aucune correction FEC ne sera appliquée. Même si l'unité ONU utilise la correction FEC, la transmission spéciale sera sans correction FEC.

La règle précédente est due à la brève longueur des transmissions spéciales et à leur basse périodicité d'émission.

14 Mécanisme de transport par interface OMCI

L'interface de gestion et commande d'unité ONU est un service OAM qui offre un moyen normalisé de découvrir des capacités d'unité ONU ainsi que de les gérer et de les commander. Le cadre fondamental de l'interface OMCI est décrit dans la Rec. UIT-T G.983.2, qui sera complétée par une nouvelle Recommandation afin de refléter les nouvelles caractéristiques rendues nécessaires par le système G-PON.

14.1 Schéma de transport par interface OMCI

Comme décrit dans la Rec. UIT-T G.983.2, l'interface OMCI fonctionne dans les deux sens d'une voie virtuelle spécialisée entre la station de gestion et l'unité ONU, par analogie avec les réseaux conformes à la Rec. UIT-T G.983.1, où le transport des informations de l'interface OMCI est effectué au moyen d'une voie virtuelle spéciale, qui est construite pendant le processus de télémétrie. La station de gestion peut être implantée dans la terminaison OLT proprement dite ou dans un élément situé plus loin dans le réseau. Dans ce dernier cas, la connexion virtuelle doit toujours aller de l'unité ONU à cet élément du réseau.

14.2 Modes de transport

Le protocole de couche GTC offre le choix entre deux modes de transport pour les datagrammes d'interface OMCI: le mode ATM et le mode GEM. Aussi bien la terminaison OLT que l'unité ONU peut prendre en charge le mode ATM, le mode GEM, ou ces deux modes simultanément.

La terminaison OLT prend connaissance de la capacité d'interface OMCI de l'unité ONU pendant le processus de télémétrie, au moyen du message PLOAM "Numéro-de-série-d'ONU". S'il y a une combinaison d'interfonctionnement entre la terminaison OLT et l'unité ONU, la terminaison OLT configure alors l'identificateur VPI/VCI ou l'identificateur Port-ID de façon à servir au transport par l'interface OMCI, au moyen du message PLOAM approprié.

14.3 Encapsulage des datagrammes

Les unités de données primitives de l'interface OMCI ont 48 octets de longueur. Dans le mode ATM, ces datagrammes sont transportés dans les charges utiles de cellules en mode ATM. Ces cellules sont transportées sur le réseau G-PON, dans la partition ATM en aval et dans l'identificateur Alloc-ID par défaut en amont.

En mode GEM, les charges utiles de 48 octets sont encapsulées avec un en-tête GEM (contenant l'identificateur Port-ID de 12 bits configuré pour l'interface OMCI). Ces fragments sont transportés sur le réseau G-PON, dans la partition GEM en aval et dans l'identificateur Alloc-ID en amont.

14.4 Adaptateur d'interface OMCI dans l'unité ONU

L'adaptateur d'interface OMCI à l'unité ONU est chargé de filtrer et de désencapsuler les cellules ou les trames en aval et d'encapsuler les unités PDU en amont. Les unités PDU de 48 octets sont communiquées à l'entité logique qui implémente les fonctions d'interface OMCI.

14.5 Adaptateur d'interface OMCI dans la station de gestion

L'adaptateur d'interface OMCI situé dans la station de gestion est chargé de filtrer et de désencapsuler les cellules et les trames en amont. De nombreux canaux concurrents doivent être pris en charge et peuvent être de types mixtes. L'adaptateur est également chargé d'encapsuler les unités PDU de 48 octets à partir de la logique de commande de l'interface OMCI, dans le format approprié au transport vers l'unité ONU.

Appendice I

Transport de trafic d'utilisateur sur canaux en mode GEM

Le présent appendice contient des données informatives concernant le transport de protocoles communs d'utilisateur au moyen du canal en mode GEM dans un réseau G-PON.

I.1 Mappage de trames GEM dans la charge utile de la couche de convergence GTC

Le trafic en mode GEM est transporté par le protocole de couche GTC de façon transparente. En aval, les trames sont envoyées par la terminaison OLT aux unités ONU au moyen de la partition de charge utile en mode GEM. La terminaison OLT peut attribuer une durée aussi longue que cela lui est nécessaire en aval, jusques et y compris presque toutes les trames aval. La sous-couche de verrouillage des trames d'unité ONU filtre les trames entrantes d'après l'identificateur Port-ID et remet les trames appropriées au client GEM de l'unité ONU.

En amont, les trames sont envoyées par l'unité ONU à la terminaison OLT avec le temps d'attribution au mode GEM qui a été configuré. L'unité ONU met en mémoire tampon les trames GEM au fur et à mesure de leur arrivée, puis les envoie par rafales quand elle reçoit de la terminaison OLT l'attribution de temps correspondante. La terminaison OLT reçoit les trames et les multiplexe avec les rafales provenant d'autres unités ONU afin de les communiquer toutes au client GEM de la terminaison OLT.

I.2 TDM en mode GEM

Ce procédé fait appel à des trames GEM de longueur variable afin d'encapsuler le client TDM. Les données TDM sont verrouillées en mode GEM comme représenté dans la Figure I.1. Les paquets de données TDM ayant le même identificateur Port-ID sont concaténés dans les couches situées au-dessus de la sous-couche TC. La section de charge utile contiendra L octets de fragment TDM.

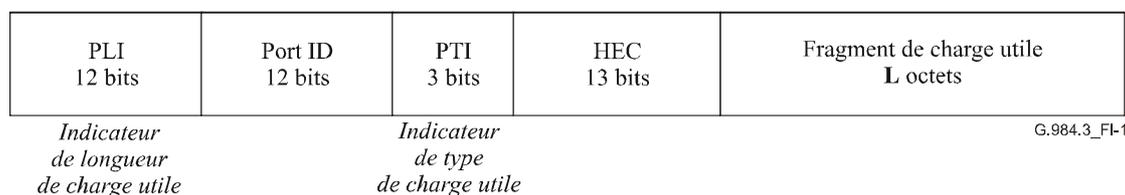


Figure I.1/G.984.3 – Structure de trame pour données TDM en trame GEM

Les clients TDM sont mappés dans les trames GEM, dont la longueur est laissée varier en fonction du décalage de fréquence du client TDM. La longueur du fragment TDM est indiquée par le champ "Indicateur-de-longueur-de-charge-utile".

Le processus d'*adaptation de source TDM* devrait mettre en file d'attente les données entrantes dans un tampon de trafic entrant et devrait signaler trame par trame (c'est-à-dire toutes les 125 μ s) à l'*Objet de multiplexage de trames GEM* le nombre d'octets qui sont prêts à être transportés dans les trames GEM proprement dites. Normalement, le champ d'indicateur PLI va indiquer un nombre constant d'octets conformément au débit nominal TDM. De temps en temps, un octet de plus ou de moins devra être transporté, ce qui sera répercuté dans le contenu du champ d'indicateur PLI.

Si la fréquence de sortie est plus rapide que celle du signal entrant, le tampon de trafic entrant va commencer à se vider. Le remplissage du tampon va finir par tomber au-dessous du seuil inférieur. Il en résulte qu'un octet de moins sera lu à partir du tampon de trafic entrant, dont le remplissage franchira le seuil inférieur. Inversement, si la fréquence de sortie est inférieure à celle du signal entrant, le tampon va commencer à se remplir jusqu'à dépasser le seuil supérieur. Il en résulte qu'un

octet de plus sera lu à partir du tampon de trafic entrant, dont le remplissage tombera au-dessous du seuil supérieur.

La Figure I.2 décrit les concepts d'insertion de fragment TDM de longueur variable dans la section de charge utile d'une trame GEM.

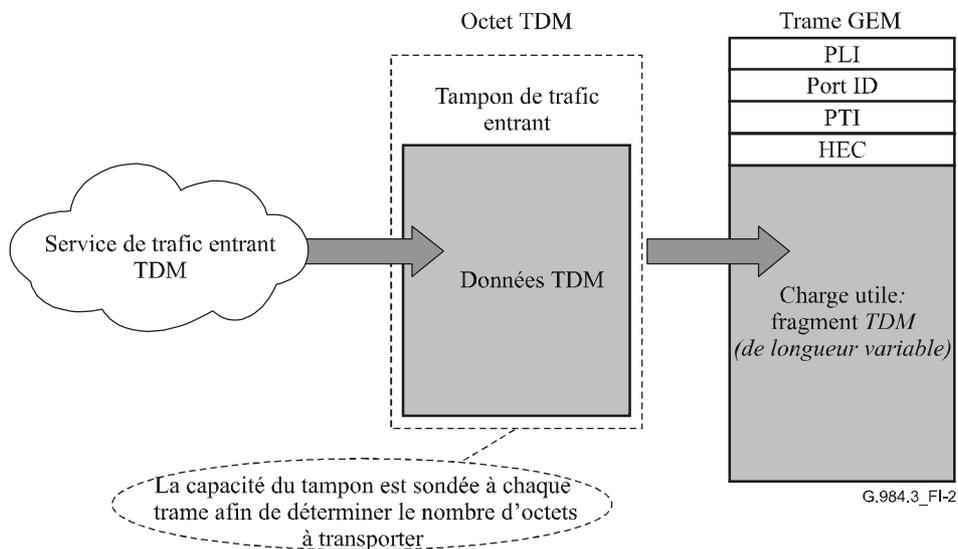


Figure I.2/G.984.3 – Mappage de fragment TDM dans une trame GEM

I.3 Ethernet en mode GEM

Les données Ethernet sont verrouillées en mode GEM comme représenté dans la Figure I.3. Chaque paquet est inséré dans la trame GEM. Les octets de préambule et SFD ne sont pas inclus dans la trame GEM. La fragmentation des paquets Ethernet entre de multiples trames GEM est décrite dans le § 8.3.2.

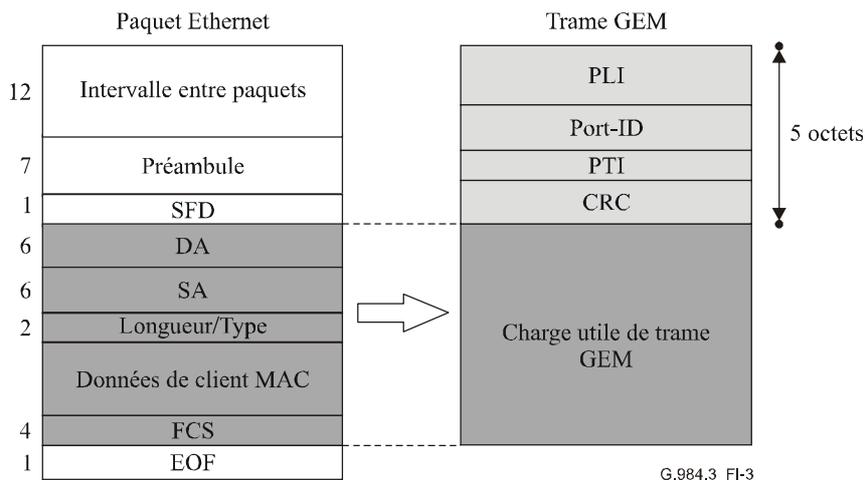


Figure I.3/G.984.3 – Structure de trame pour mappage de paquet Ethernet dans une trame GEM

Appendice II

Capacité de survie dans les systèmes utilisant la couche de convergence GTC

La capacité de survie dans les systèmes G-PON est modélisée d'après celle que l'on trouve dans les réseaux PON de type Rec. G.983.1, comme décrit dans la Rec. UIT-T G.983.5. Chaque aspect de la Rec. UIT-T G.983.5 fonctionne de la même façon dans un réseau G-PON et dans un réseau B-PON. Les prescriptions, l'échange de messages, la configuration et les méthodes de commutation sont identiques.

Appendice III

Décodage du contrôle d'erreur dans l'en-tête d'une trame GEM

La structure de l'en-tête GEM est représentée dans la Figure III.1.

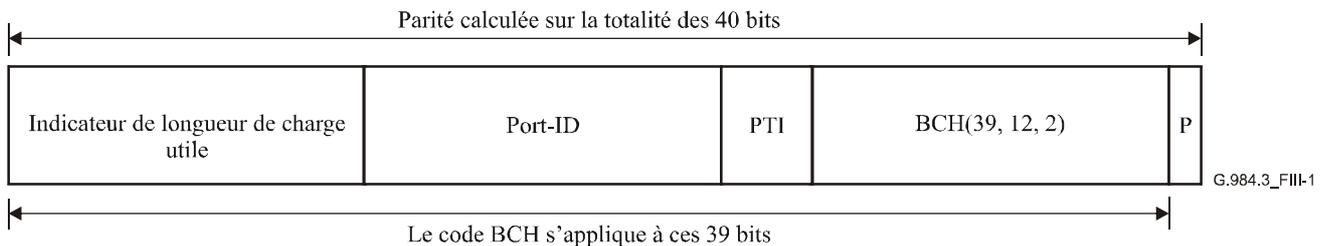


Figure III.1/G.984.3 – Structure d'en-tête GEM montrant le détail des 13 bits du champ de contrôle d'erreur dans l'en-tête

Le contrôle HEC en mode GEM est un code de correction d'erreur double et de détection d'erreur triple. Il se compose de deux parties. La première partie est un code BCH(63, 12, 2) tronqué. Le polynôme générateur de ce code est $x^{12} + x^{10} + x^8 + x^5 + x^4 + x^3 + 1$. Ce code est appliqué à la charge utile de l'en-tête (qui est de 27 bits), de façon que le résultat de 39 bits soit divisible par le polynôme générateur. Les propriétés de ce code sont telles que chaque erreur simple et chaque erreur double aient un syndrome unique de 12 bits. Ainsi, toutes ces erreurs pourront être corrigées. De même, les erreurs triples peuvent produire des syndromes qui sont soit uniques ou en concordance avec certains syndromes d'erreur double. Mais il n'y a pas de syndrome d'erreur triple qui concorde avec un syndrome d'erreur simple ou avec zéro. C'est cette dernière caractéristique qui permettra d'utiliser un simple bit de parité afin de détecter et d'exclure les erreurs triples.

Le tableau des syndromes d'erreur de ce code est reproduit ci-dessous.

Position du bit erroné	Syndrome (Base 16)
1	977
2	E27
3	D8F
4	C5B
5	CB1
6	CC4
7	662
8	331
9	B04
10	582
11	2C1
12	BFC
13	5FE

Position du bit erroné	Syndrome (Base 16)
14	2FF
15	BE3
16	F6D
17	D2A
18	695
19	9D6
20	4EB
21	8E9
22	EE8
23	774
24	3BA
25	1DD
26	A72

Position du bit erroné	Syndrome (Base 16)
27	539
28	800
29	400
30	200
31	100
32	080
33	040
34	020
35	010
36	008
37	004
38	002
39	001

Etant donné qu'il y a 39 syndromes d'erreur simple unique, il y a 741 syndromes d'erreur double unique. Comme il y a 4095 syndromes possibles dans l'espace de 12 bits, il reste donc 3315 codes qui ne sont pas utilisés. Ces codes inutilisés sont considérés comme "illégaux" en ce sens qu'ils ne peuvent résulter que d'au moins trois erreurs.

La deuxième partie du contrôle HEC de trame GEM est un simple bit de parité qui est réglé de façon que le nombre total de chiffres 1 dans l'en-tête soit un nombre pair. Cette parité indique donc si un nombre impair d'erreurs se sont produites dans l'en-tête. Noter que le code BCH ne comprend pas le bit de parité dans son calcul, mais que le bit de parité comprend bien le code BCH dans son calcul.

Quelques exemples d'en-têtes GEM valides sont indiqués dans le tableau ci-après. Noter que ces en-têtes sont la valeur telle que calculée et ne comprennent pas la structure permanente (0x0xB6AB31E055). Ces en-têtes peuvent servir à contrôler des applications de processus de codage et de décodage.

528A739F79	B61925D883	BF2D33B47F	9727D4C430	7D3A32AA75	A257E5A295
7F2963C54B	7F0BF34736	7EF99F35F6	974CF521A3	86785F3E30	BB4A72F128
BEDB6545BA	CE98AC73EF	7C6CA16F93	E617D9905C	0B2A61476B	95F1933472
BA487424EA	95F8B97926	BAB7C5FC86	BEBBF4A2E7	B9F1AFBA45	04E7E3A963
A6FB9FAEFF	7F4A25750A	9A696E9B88	86EA5F7CE3	CA47E19CFC	BEDB7532FA
DE1CDF6663	7E59A67E44	8A5CA75CE7	17986C90AB	BA47F4EEFF	BA9D39E439

Le contrôle HEC peut être décodé dans le récepteur par calcul du syndrome et de la parité dans le récepteur, puis par application de la logique suivante.

Cas	Résultat du syndrome BCH	Parité résultante	Etat d'erreur de charge utile d'en-tête	Action sur la charge utile d'en-tête
1	Aucune erreur	Pair	Aucune erreur	Correct en l'état actuel
2	Aucune erreur	Impair	Aucune erreur	Correct en l'état actuel
3	Erreur simple	Pair	Une seule erreur	Erreur simple corrigible
4	Erreur simple	Impair	Une seule erreur	Erreur simple corrigible
5	Double erreur	Pair	Deux erreurs	Erreur double corrigible
6	Double erreur	Impair	2 erreurs au moins	Incorrigible
7	Code illégal	Pair	3 erreurs au moins	Incorrigible
8	Code illégal	Impair	3 erreurs au moins	Incorrigible

Les cas 1, 4 et 5 sont tels que le code BCH et le contrôle de parité correspondent au nombre d'erreurs. Les cas 2 et 3 sont des situations où le bit de parité contient forcément une erreur, de sorte qu'il est outrepassé par le résultat du code BCH. Dans le cas 6, une triple erreur s'est produite, étant donné que soit une double erreur de charge utile s'est produite et que la parité est erronée, ou qu'une triple erreur de charge utile s'est produite. Dans un cas comme dans l'autre, l'en-tête est rejeté. Dans les cas 7 et 8, le code BCH a détecté un code illégal et l'en-tête est rejeté.

Le nombre minimal d'erreurs requis afin de provoquer l'acceptation d'un en-tête erroné est de 4. Dans la limite de nombreuses erreurs aléatoires, la probabilité de fausse acceptation est de 10%.

Appendice IV

Aperçu général des procédures d'activation d'unité ONU

Les procédures d'activation représentées ici sont des exemples du fonctionnement normal de la procédure d'activation d'unité ONU.

IV.1 Acquisition du numéro de série pendant le sous-état-de-numéro-de-série (O4b) – Réseau actif

- a) Le nombre d'unités ONU installées est défini à la terminaison OLT par le système d'exploitation. Si le nombre d'unités ONU actives (ne se trouvant pas en alarme LOS/LOF) est inférieur à ce nombre, la terminaison OLT va rechercher des unités ONU additionnelles par l'envoi d'une demande de numéro de série, c'est-à-dire qu'elle va passer à l'étape b.

NOTE 1 – Dans certains cas, en raison de processus de découverte manuelle ou automatique, la terminaison OLT va commencer un cycle d'acquisition de numéro SN, c'est-à-dire va envoyer des demandes de numéro de série même si aucune des unités ONU n'est manquante.

- b) Dans les réseaux actifs (lorsque le réseau est actif et transporte du trafic utile), les unités ONU actives transmettent déjà du trafic dans le sens amont, qui va entrer en collision avec la transmission du numéro de série émis à partir des unités ONU dans l'état-de-numéro-de-série. Afin d'empêcher de telles collisions, la terminaison OLT devrait arrêter les unités ONU en service au moyen de pointeurs mis à zéro avant d'émettre la demande de numéro de série.

NOTE 2 – Si les unités ONU sont implantées à une distance comprise entre 0 et 20 km, il est recommandé d'arrêter les unités ONU en service pendant 2 trames consécutives, afin d'empêcher ainsi les collisions.

- c) La terminaison OLT arrête les unités ONU en service en leur envoyant des pointeurs mis à zéro, puis attend le message "**Durée-de-téléométrie**" avant d'envoyer la demande de numéro de série.
- d) La demande de numéro de série est reçue par toutes les unités ONU se trouvant dans l'**état-de-numéro-de-série**. Tant que l'unité ONU est dans l'état-de-numéro-de-série, elle attend pendant un retard aléatoire puis transmet un message SN à la terminaison OLT, contenant son numéro de série et la valeur du retard aléatoire.

NOTE 3 – Si l'unité ONU possède déjà un identificateur ONU-ID, par exemple, en raison d'une alarme LOS ou d'une réinitialisation l'ayant fait passer à l'état initial, cette unité va inclure son identificateur ONU-ID dans la transmission du numéro de série.

- e) L'unité ONU produit une nouvelle valeur de retard aléatoire pour la prochaine demande de numéro de série.
- f) La transmission du numéro SN est reçue par la terminaison OLT.

NOTE 4 – Si la transmission du numéro SN comprend l'identificateur ONU-ID, la terminaison OLT va vérifier si l'identificateur ONU-ID concorde avec le numéro de série, c'est-à-dire si la même unité ONU-ID a été attribuée par la terminaison OLT au même numéro SN. S'il n'y a pas concordance, l'identificateur ONU-ID est ignoré.

- g) Un message "**Attribution-d'ONU-ID**" est envoyé à toutes les unités ONU qui ont reçu deux fois le même numéro SN. Le message "Attribution-d'ONU-ID" est fondé aussi bien sur l'identificateur ONU-ID que sur le numéro SN.
- h) L'identificateur ONU-ID est attribué. L'unité ONU arrête de répondre aux demandes de numéro de série et passe à l'état-de-téléométrie (O5) (si l'unité ONU ne parvient pas à obtenir le message d'identificateur d'unité ONU, elle va continuer à répondre aux demandes de numéro de série).
- i) Les étapes b à g sont répétées jusqu'à ce que toutes les unités ONU manquantes (dont le nombre est égal à la différence entre le nombre des unités ONU attendues et le nombre des unités ONU déjà actives) aient répondu à la demande de numéro de série, c'est-à-dire jusqu'à ce que toutes les unités ONU aient reçu un message "Attribution-d'ONU-ID", ou jusqu'à ce qu'aucune transmission de numéro SN (valide ou non valide, c'est-à-dire en collision) ne soit reçue dans le sens amont pendant deux cycles, c'est-à-dire jusqu'à ce qu'il y ait une alarme LOS dans le sens amont pendant 2 trames. Cependant, ce processus n'est pas répété plus de 10 fois. Après la 10^e fois, tous les numéros de série qui ont été reçus en une seule fois seront ignorés par la terminaison OLT.
- j) La terminaison OLT passe à l'état-de-téléométrie (O5).

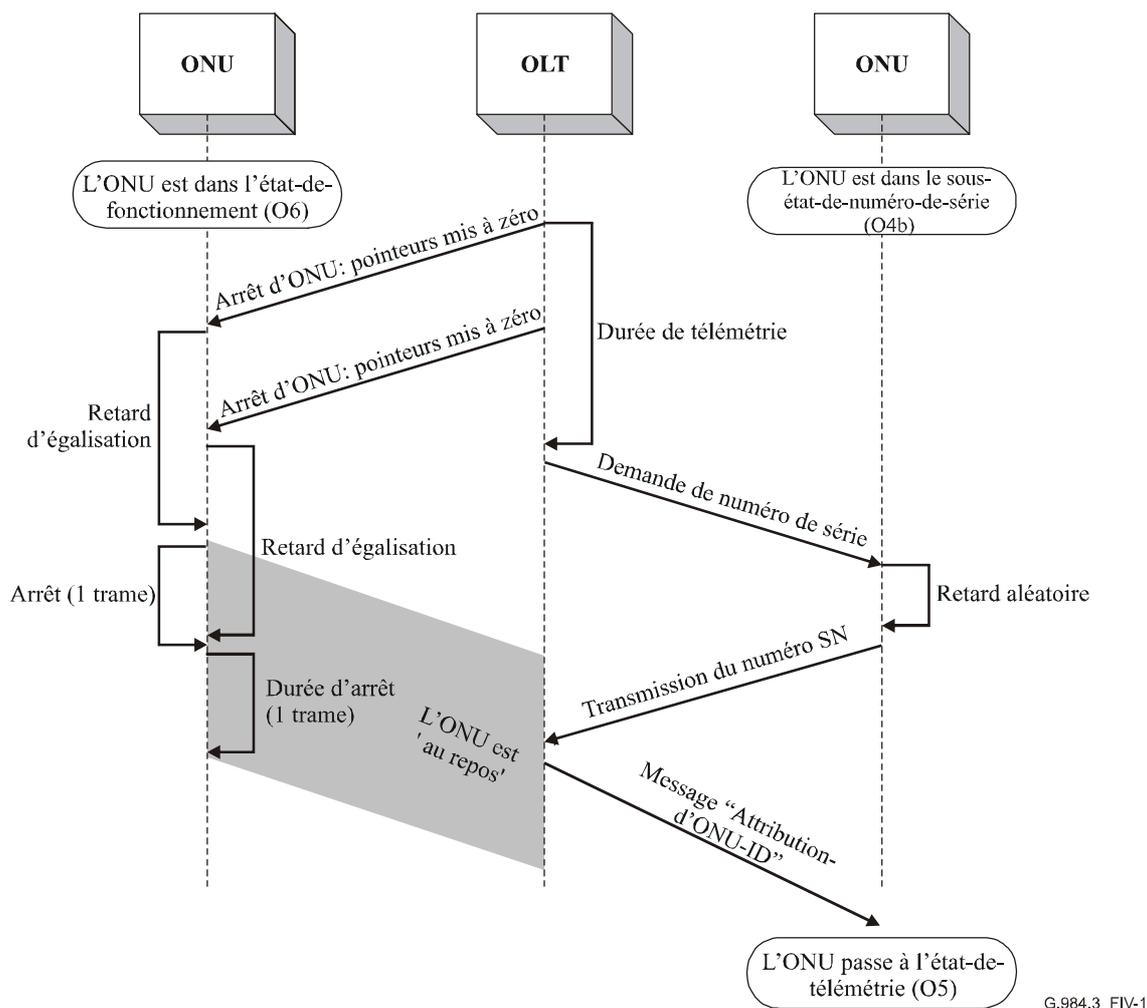


Figure IV.1/G.984.3 – Processus concernant le numéro de série – Réseau actif

IV.2 Processus de réglage du niveau de puissance

IV.2.1 Réglage du niveau de puissance pendant l'état-de-réglage-de-puissance (O3) – Réseau actif

Après l'état-d'attente (O2), dès réception du message "*Surdébit-amont*", l'unité ONU passe à l'état-de-réglage-de-puissance (O3). Pendant cet état, l'unité ONU active son niveau de puissance d'émission d'après la valeur spécifiée dans le message "*Surdébit-amont*".

Il est recommandé que la valeur par défaut du niveau de puissance d'émission, spécifiée dans le message "*Surdébit-amont*", soit fondée sur le mode 2 (mode de la plus basse puissance d'émission). Cependant, en raison de considérations relatives à une plus courte durée d'activation, le niveau de puissance d'émission peut être également fondé sur le mode 1. Ce n'est que si la terminaison OLT n'exige pas d'ajustement du niveau de puissance que la valeur par défaut du mode sera le mode 0.

Noter que le processus ci-après n'est pas requis pour les unités ONU qui peuvent ajuster leur niveau de puissance d'émission sans activer l'émetteur.

- a) Dans les réseaux actifs (lorsque le réseau est actif et transporte du trafic utile), les unités ONU actives transmettent déjà en amont du trafic qui va entrer en collision avec le message "**Changement-du-niveau-de-puissance**" émis par les unités ONU dans l'*état-de-réglage-de-puissance* (O3b). Afin d'empêcher de telles collisions, la terminaison OLT devrait arrêter les unités ONU en service au moyen de pointeurs mis à zéro avant d'émettre la demande de numéro de série avec $PLSu = 1$.

NOTE – Si les unités ONU sont implantées à une distance comprise entre 0 et 20 km, il est recommandé d'arrêter les unités ONU en service pendant 2 trames consécutives afin d'empêcher ainsi les collisions.

- b) La terminaison OLT arrête les unités ONU en service en leur envoyant des pointeurs mis à zéro, attend le message "**Durée-de-télémetrie**" (qui est requis afin de garantir que toutes les unités ONU en service sont déjà arrêtées lors de l'envoi de la demande de numéro de série avec $PLSu = 1$), puis envoie la demande de **numéro de série** avec $PLSu = 1$.
- $ONU-ID = 254$, $PLOAMu = 1$, $PLSu = 1$, $Sstart = 0$ & $Sstop = \text{longueur du champ } PLOAMu + PLSu$
- c) La demande de numéro **SN** avec $PLSu = 1$ est reçue par toutes les unités ONU se trouvant dans l'*état-de-réglage-de-puissance* (O3b).
- d) L'unité ONU attend pendant un retard aléatoire et transmet le champ de séquence **PLSu** (série de zéros et de uns – propre au vendeur):
- étant donné que le champ de séquence $PLSu$ n'est pas utilisé par la terminaison OLT, ce champ n'est émis qu'une seule fois (même en cas de collisions);
 - pendant son envoi du champ de séquence $PLSu$, l'unité ONU active son propre niveau de puissance d'émission au niveau de puissance d'émission requis, qui est spécifié dans le message "**Surdébit-amont**".
- e) Une fois que le champ de séquence **PLSu** a été émis, un événement de réglage de puissance complet se produit dans l'unité ONU.
- f) L'unité ONU produit une nouvelle valeur de retard aléatoire pour la prochaine demande de numéro **SN**.
- g) L'unité ONU passe à l'*état-de-numéro-de-série* (O4).

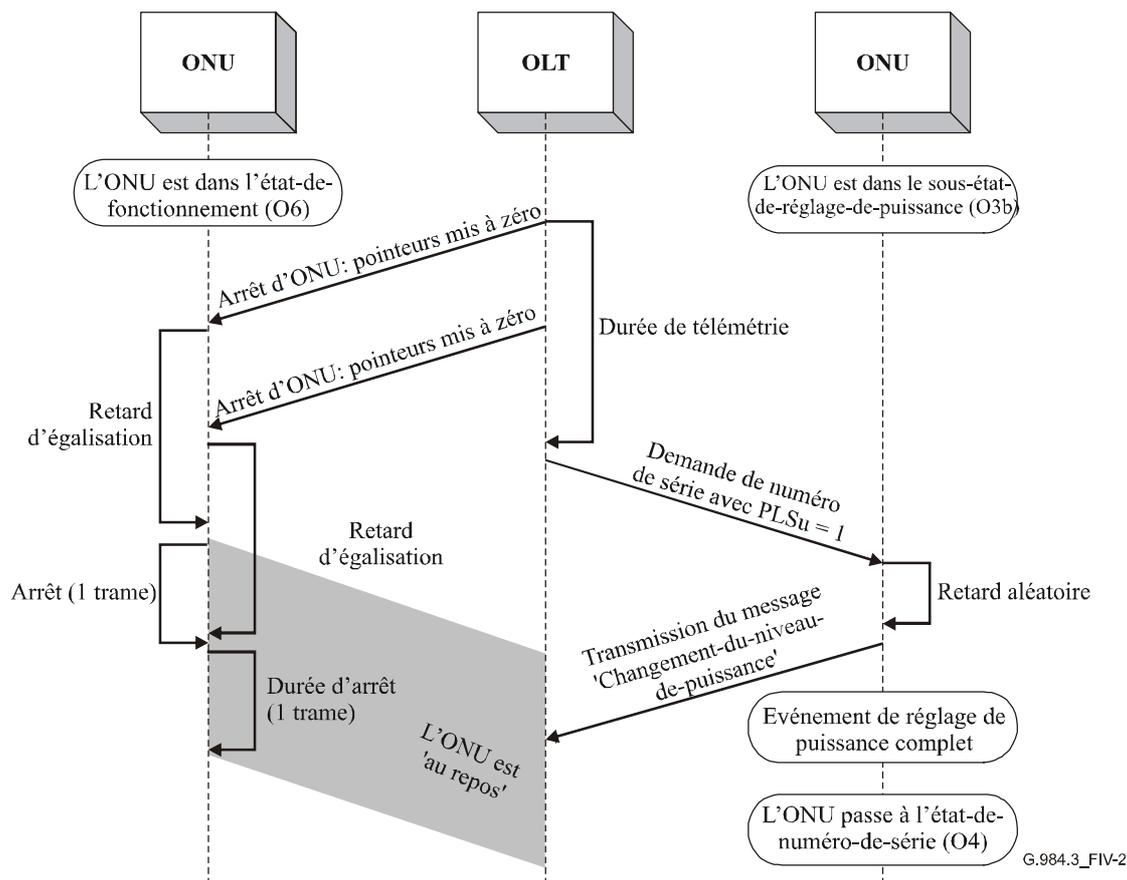


Figure IV.2/G.984.3 – Processus de réglage de puissance – Réseau actif

IV.2.2 Réglage du niveau de puissance pendant l'état-de-numéro-de-série (O4) – En raison d'une baisse de puissance optique

Dans certains cas, la puissance optique reçue de la transmission du *numéro de série* par l'unité ONU est si faible que la terminaison OLT ne peut pas détecter la valeur du *Numéro de série*. Afin d'augmenter la puissance émise de ces unités ONU, la méthode suivante devrait être utilisée:

- a) la terminaison OLT détecte une faiblesse de transmission de numéro SN (pendant plusieurs cycles de numéro de série);
- b) les unités ONU qui ont déjà répondu à un nombre prédéfini de demandes de numéro de série (valeur recommandée: 4) mais qui n'ont pas reçu le message "Attribution-d'ONU-ID" vont produire un événement de franchissement du seuil de demandes de numéros SN et passeront à l'état-*d'ajustement-du-niveau-de-puissance-SN* (O4c).
 - Le fait que ces unités ONU n'aient pas reçu le message "Attribution-d'ONU-ID" implique que leur transmission de numéro SN n'a pas été reçue correctement par la terminaison OLT, probablement en raison d'une baisse de puissance optique.
- c) Après plusieurs essais du cycle de numéro de série (valeur recommandée: 4), si l'indication de faible transmission de numéro SN est encore reçue, la terminaison OLT va transmettre un message "**Changement-du-niveau-de-puissance**" (avec paramètre d'augmentation), suivi par une demande de *numéro de série* avec les réglages suivants:
 - ONU-ID = 254, PLOAMu = 1, PLSu = 1, Sstart = 0 & Sstop = longueur du champ PLOAM + PLSu

- d) Dès réception de la demande de **numéro de série** avec la séquence PLSu = 1:
- les unités ONU qui sont dans l'*état-d'ajustement-du-niveau-de-puissance-SN* (O4c) vont répondre avec un numéro *SN* qui contient le champ de séquence PLSu, tout en augmentant leur puissance de 3 dB. Étant donné que la puissance d'émission optique n'est stable qu'à la fin de la transmission de la séquence PLSu, la transmission valide (non faible) du numéro SN ne sera reçue qu'au cycle suivant de numéro de série (qui sera une demande normale de **numéro de série** avec séquence PLSu = 0);
 - étant donné que la demande de **numéro de série** est également reçue par des unités ONU qui sont dans le *sous-état-de-Numéro-de-série* (O4b), ces unités vont répondre par une transmission normale de numéro *SN* (ne contenant pas le champ de séquence PLSu);
 - les unités ONU qui sont dans d'autres états ne répondront pas à la demande de **numéro de série**.
- e) Une fois que les unités ONU se trouvant dans l'*état-d'ajustement-du-niveau-de-puissance-SN* (O4c) ont augmenté leur puissance optique, ces unités reviennent à l'*état-de-Numéro-de-série* (O4b) et réinitialisent leur compteur de "franchissements du seuil de demandes de numéros SN".
- f) Si un message "**Masque-de-numéro-de-série**" est reçu avec discordance, l'unité ONU revient à l'*état-de-Numéro-de-série-initial* (O4a) et réinitialise son compteur de "franchissements du seuil de demandes de numéros SN".

IV.2.3 Réglage du niveau de puissance pendant l'état-de-téléométrie (O5)

Tant que l'unité ONU est dans l'état-de-téléométrie (O5), elle va transmettre le champ de **téléométrie** en réponse à une demande de **téléométrie**. Le récepteur de la terminaison OLT va mesurer la valeur moyenne de la puissance optique reçue par l'unité ONU et va la comparer aux seuils de réception par la terminaison OLT.

Si la transmission de **téléométrie** reçue par l'unité ONU est trop faible/trop puissante, la terminaison OLT peut augmenter/diminuer sa puissance en envoyant à cette unité ONU spécifique un message PLOAM de "**Changement-du-niveau-de-puissance**" avec le paramètre "d'augmentation/diminution".

Après le message PLOAM de "**Changement-du-niveau-de-puissance**", la terminaison OLT va transmettre une demande de **téléométrie** avec un fanion de séquence PLSu validée (PLSu = 1). L'unité ONU va répondre par un champ PLSu dans son message de **téléométrie** amont. Pendant la transmission du champ de séquence PLSu, l'unité ONU va augmenter/diminuer son niveau de puissance.

IV.2.4 Réglage du niveau de puissance pendant l'état-de-fonctionnement (O6)

Tant que l'unité ONU est dans l'état-de-fonctionnement (O6), elle va transmettre des champs de données à la terminaison OLT. A chaque instant prédéfini, le récepteur de la terminaison OLT va mesurer la valeur moyenne de la puissance optique reçue par l'unité ONU et va la comparer aux seuils de réception de la terminaison OLT.

Si la transmission amont reçue par l'unité ONU est trop faible/puissante, la terminaison OLT peut augmenter/diminuer sa puissance en envoyant à cette unité ONU spécifique un message PLOAM de "**Changement-du-niveau-de-puissance**" avec le paramètre "d'augmentation/diminution".

Dans une des trames suivantes, le fanion de séquence PLSu sera validé (PLSu = 1) et l'unité ONU répondra par un champ PLSu dans sa transmission en amont. Pendant la transmission du champ de séquence PLSu, l'unité ONU va augmenter/diminuer son niveau de puissance.

IV.3 Processus de mesurage du temps RTD

IV.3.1 Déclencheurs de lancement du mesurage du temps RTD

Il y a deux déclencheurs de lancement du mesurage du temps RTD:

- 1) une nouvelle unité ONU a été connectée et découverte dans le cadre du processus de numéro de série. Le but du processus de télémétrie est de calculer son retard d'égalisation;
- 2) une unité ONU "manquante" (en état de perte LOS) a été découverte dans le cadre du processus de numéro de série. Le but du processus de télémétrie est de vérifier que son retard d'égalisation est exact et que l'unité ONU peut revenir en service.

NOTE – Un bref cycle télémétrique peut être appliqué dans ce cas.

IV.3.2 Mesurage du temps RTD pendant l'état-de-télémétrie (O5)

- a) Dans les réseaux actifs (lorsque le réseau est actif et transporte du trafic utile), les unités ONU actives transmettent déjà en amont du trafic qui pourrait entrer en collision avec le message de télémétrie émis à partir de l'unité ONU dans l'état-de-télémétrie. Afin d'empêcher de telles collisions, la terminaison OLT devrait arrêter les unités ONU en service au moyen de pointeurs mis à zéro avant d'émettre la demande de télémétrie.

NOTE 1 – Si les unités ONU sont implantées à une distance comprise entre 0-20 km, il est recommandé d'arrêter les unités ONU en service pendant 2 trames consécutives, afin d'éviter ainsi des collisions. Pour des unités ONU implantées à une distance comprise entre 0 et 45 km, la durée d'arrêt est de 4 trames.

- b) La terminaison OLT arrête les unités ONU en service, attend le message "*Durée-de-télémétrie*" (la durée de télémétrie est requise afin de garantir que la plus lointaine unité ONU en service est arrêtée avant l'envoi de la demande de télémétrie), puis envoie la demande de télémétrie.
- c) La demande de télémétrie est envoyée par la terminaison OLT.
- d) La demande de télémétrie est reçue par l'unité ONU.
- e) L'unité ONU envoie en amont une transmission de télémétrie.
- f) La terminaison OLT reçoit la transmission de télémétrie et calcule les paramètres de télémétrie (retard d'égalisation de l'unité ONU).

NOTE 2 – Pour des unités ONU qui ont déjà été télémétrées (et dont les transmissions de numéro SN comprenaient l'identificateur correct d'unité ONU), un bref processus de télémétrie peut être appliqué.

- g) Succès de télémétrie:
 - la terminaison OLT transmet les paramètres de télémétrie à l'unité ONU au moyen du message "*Durée-de-télémétrie*";
 - l'unité ONU reçoit le message "*Durée-de-télémétrie*". Les paramètres de télémétrie sont mis à jour et l'unité ONU passe à l'état-de-fonctionnement (si le message "*Durée-de-télémétrie*" n'a pas été reçu, l'unité ONU va rester dans l'état-de-télémétrie et va se réinitialiser en raison de l'expiration du temporisateur TO1).
- h) Echec de télémétrie:
 - une alarme d'échec de télémétrie est validée par la terminaison OLT;
 - l'unité ONU est réinitialisée au moyen du message "Désactivation-d'ONU-ID".

IV.4 Processus d'alarme de protection

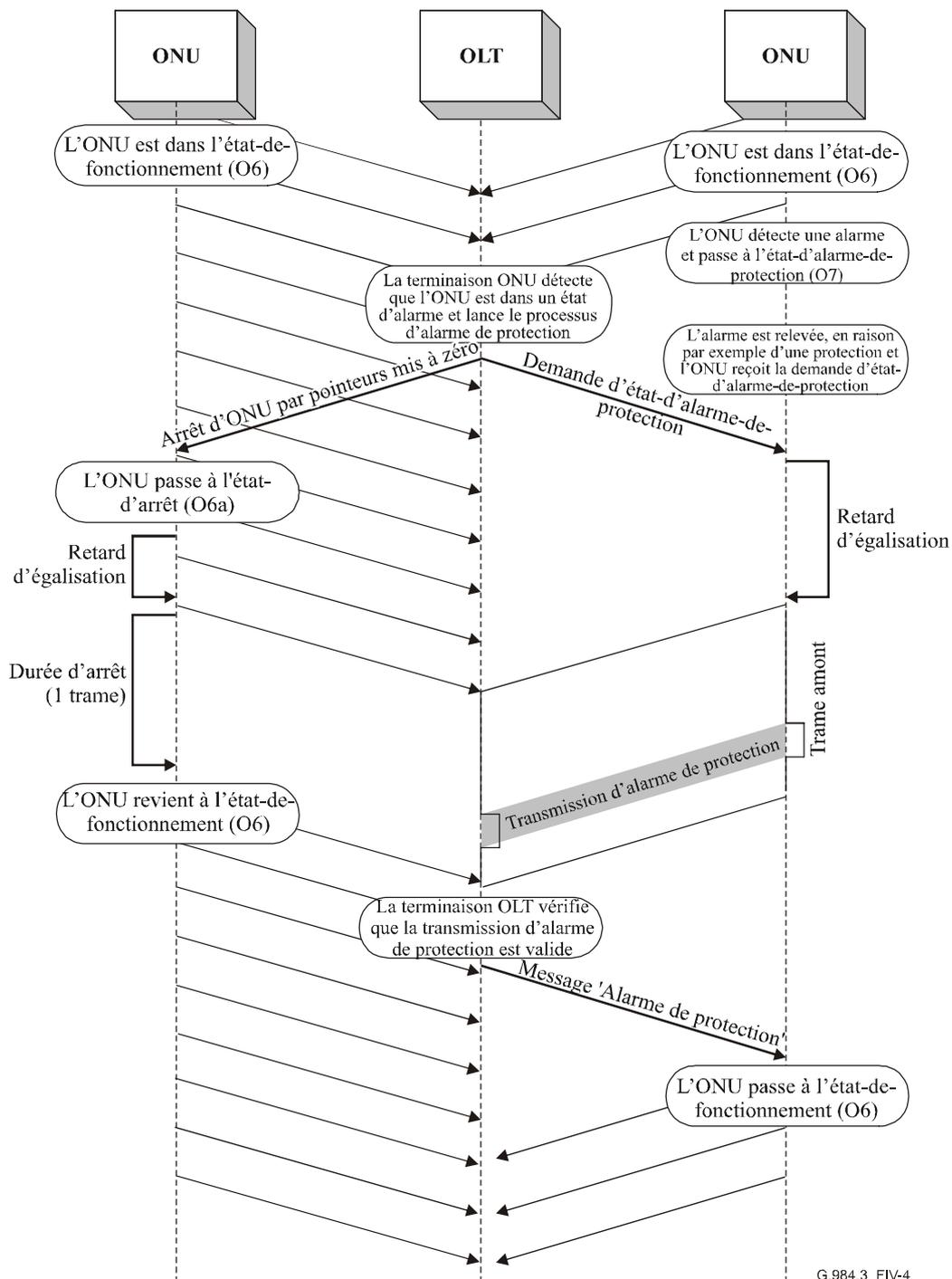
IV.4.1 Commutation par la terminaison OLT de toutes les unités ONU sur fibre de protection

- a) L'unité ONU détecte une des alarmes aval suivantes:
 - LOS – Perte de signal;
 - LOF – Perte de trame.
- b) L'unité ONU passe à l'état-d'alarme-de-protection (O7).
- c) Le temporisateur TO2 est activé. TO2 = 100 ms.
- d) La terminaison OLT détecte une des alarmes amont suivantes, concernant toutes les unités ou une seule unité ONU spécifique:
 - LOS – Perte de signal;
 - LOF – Perte de trame.
- e) La terminaison OLT commute toutes les unités ONU sur fibres de protection (types de commutation de protection A et B). Il en résulte une brève perte LOS en aval et le passage de toutes les unités ONU à l'état-d'alarme-de-protection. En cas de protection réussie, les unités ONU restent à l'état-d'alarme-de-protection mais leur alarme de perte LOS est relevée.
- f) L'état présumé de toutes les unités ONU est mis à l'état-d'alarme-de-protection (O7) dans la terminaison OLT et un mécanisme parallèle de temporisateur TO2 y est activé.
- g) La terminaison OLT diffuse à toutes les unités ONU un flux PLOAM contenant le message "**Alarme-de-protection**". Il en résulte que toutes les unités ONU passent à l'état-de-téléométrie (O5).
- h) La terminaison OLT commence le processus de téléométrie sur toutes les unités ONU.
- i) Si le temporisateur TO2 de l'unité ONU expire et que l'unité ONU soit encore dans l'état-d'alarme-de-protection (O7), c'est-à-dire que l'unité ONU n'a pas réussi à passer à l'état-de-téléométrie (O5), cette unité va se désactiver et passer à l'état-initial (O1). L'unité ONU va rester dans l'état-initial (O1) ou dans l'état-d'attente (O2) jusqu'au prochain cycle d'activation où elle sera découverte et activée par la terminaison OLT.

IV.4.2 Autocommutation de l'unité ONU sur fibre de protection

- a) L'unité ONU détecte une des alarmes aval suivantes:
 - LOS – Perte de signal;
 - LOF – Perte de trame.
- b) L'unité ONU passe à l'état-d'alarme-de-protection (O7).
- c) Le temporisateur TO2 est activé. TO2 = 100 ms.
- d) La terminaison OLT détecte une des alarmes amont suivantes, concernant une unité ONU spécifique:
 - LOS – Perte de signal;
 - LOF – Perte de trame.
- e) Un mécanisme parallèle de temporisateur TO2 est activé dans la terminaison OLT et l'état présumé de l'unité ONU dans la terminaison OLT passe à l'état-d'alarme-de-protection (O7).
- f) La terminaison OLT envoie une **demande d'état-d'alarme-de-protection** à toutes les unités ONU qui sont présumées être dans cet état (O7) et envoie une unique attribution d'arrêt à toutes les autres unités ONU.

- g) Si l'état d'alarme a pris fin, l'unité ONU reçoit la **demande d'état-d'alarme-de-protection** et répond par une **transmission d'alarme de protection**.
- Une fois la **demande d'état-d'alarme-de-protection** reçue, l'unité ONU répond par une **transmission d'alarme de protection** qui est émise après le retard EqD + l'intervalle de temps de début de la transmission amont de l'unité ONU.
 - Si, au lieu de la **demande d'état-d'alarme-de-protection**, l'unité ONU reçoit un flux PLOAM contenant le message "**Alarme-de-protection**" avec identificateur ONU-ID diffusé, cette unité ONU passe à l'état-de-téléométrie (O5).
- h) La terminaison OLT reçoit la **transmission d'alarme de protection**.
- La transmission d'alarme de protection est reçue correctement (phase d'arrivée correcte)
La transmission devrait arriver à la terminaison OLT après le temps de propagation aller-retour égalisé (Teqd) et après un retard supplémentaire fondé sur l'intervalle de temps de début de transmission.
L'unité ONU est activée, c'est-à-dire qu'elle est mise à l'état-de-fonctionnement (O6) au moyen d'un flux PLOAM contenant le **message "Alarme-de-protection"**.
 - La transmission de protection est reçue incorrectement (phase d'arrivée incorrecte)
La terminaison OLT va répéter le processus ci-dessus (réémission de la **demande d'état-d'alarme-de-protection**). Si la transmission d'alarme de protection est de nouveau reçue dans le même intervalle de temps erroné, la terminaison OLT va calculer le nouveau retard EqD corrigé et va l'envoyer à l'unité ONU au moyen du message "**Durée-de-téléométrie**", suivi par un message "**Alarme-de-protection**".
NOTE – Si la **transmission d'alarme de protection** est reçue dans différents intervalles de temps erronés, la terminaison OLT va ignorer le premier résultat erroné et répéter le processus.
 - La transmission d'alarme de protection n'est pas reçue
La terminaison OLT considère que l'état d'alarme dans l'unité ONU n'a pas pris fin. Donc, la terminaison OLT va répéter le processus, c'est-à-dire envoyer une **demande d'état-d'alarme-de-protection** et une **Attribution d'arrêt**, parce que la terminaison OLT ne possède pas d'informations sur l'état d'alarme en aval de l'unité ONU.
- i) Si le temporisateur TO2 de l'unité ONU expire et que celle-ci soit encore dans l'état-d'alarme-de-protection (O7), cette unité va se désactiver et passer à l'état-initial (O1). L'état de l'unité ONU sera donc modifié dans la terminaison OLT de façon à passer à l'état-initial (O1) en raison de l'expiration du temporisateur parallèle TO2 dans la terminaison OLT. En outre, en vue des mesurages de sécurité, la terminaison OLT va transmettre à l'unité ONU un message "**Désactivation-d'ONU-ID**" (avec le paramètre de trace "RST").



G.984.3_FIV-4

Figure IV.4/G.984.3 – Processus efficace

SÉRIES DES RECOMMANDATIONS UIT-T

Série A	Organisation du travail de l'UIT-T
Série B	Moyens d'expression: définitions, symboles, classification
Série C	Statistiques générales des télécommunications
Série D	Principes généraux de tarification
Série E	Exploitation générale du réseau, service téléphonique, exploitation des services et facteurs humains
Série F	Services de télécommunication non téléphoniques
Série G	Systèmes et supports de transmission, systèmes et réseaux numériques
Série H	Systèmes audiovisuels et multimédias
Série I	Réseau numérique à intégration de services
Série J	Réseaux câblés et transmission des signaux radiophoniques, télévisuels et autres signaux multimédias
Série K	Protection contre les perturbations
Série L	Construction, installation et protection des câbles et autres éléments des installations extérieures
Série M	RGT et maintenance des réseaux: systèmes de transmission, circuits téléphoniques, télégraphie, télécopie et circuits loués internationaux
Série N	Maintenance: circuits internationaux de transmission radiophonique et télévisuelle
Série O	Spécifications des appareils de mesure
Série P	Qualité de transmission téléphonique, installations téléphoniques et réseaux locaux
Série Q	Commutation et signalisation
Série R	Transmission télégraphique
Série S	Equipements terminaux de télégraphie
Série T	Terminaux des services télématiques
Série U	Commutation télégraphique
Série V	Communications de données sur le réseau téléphonique
Série X	Réseaux de données et communication entre systèmes ouverts
Série Y	Infrastructure mondiale de l'information, protocole Internet et réseaux de nouvelle génération
Série Z	Langages et aspects généraux logiciels des systèmes de télécommunication