



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

G.993.1

(11/2001)

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

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

**Fondement des lignes d'abonné numérique à
très grande vitesse**

Recommandation UIT-T G.993.1

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

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

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

Recommandation UIT-T G.993.1

Fondement des lignes d'abonné numérique à très grande vitesse

Résumé

La Rec. UIT-T G.993.1, *Fondement des lignes d'abonné numérique à très grande vitesse*, autorise la transmission asymétrique ou symétrique sur paires torsadées de débits binaires composites inférieurs ou égaux à plusieurs dizaines de mégabits par seconde. Elle comporte des plans de fréquence mondiaux permettant d'offrir des services asymétriques et symétriques dans le même faisceau de paires torsadées (appelé *groupe*). Les émetteurs-récepteurs conformes à la G.993.1 doivent impérativement surmonter de nombreux types de brouillages entrants, issus de systèmes de transmission utilisant les techniques radioélectriques ou d'autres techniques, et exploitant les mêmes fréquences dans des scénarios de déploiement typiques. De même, les niveaux de transmission de puissance ont été, dans la G.993.1, conçus de façon à minimiser d'éventuels brouillages sortants vers d'autres systèmes de transmission. Comme d'autres Recommandations de la série G.99x, la Rec. UIT-T G.993.1 utilise les procédures de la Rec. UIT-T G.994.1 pour assurer la prise de contact et le lancement de la séquence de conditionnement de l'émetteur-récepteur.

Source

La Recommandation G.993.1 de l'UIT-T, élaborée par la Commission d'études 15 (2001-2004) de l'UIT-T, a été approuvée le 29 novembre 2001 selon la procédure définie dans la Résolution 1 de l'AMNT.

AVANT-PROPOS

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

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

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

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

NOTE

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

DROITS DE PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

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

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

© UIT 2002

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	3
5	Modèles de référence	5
	5.1 Modèles de référence généraux	5
	5.2 Modèle de référence fonctionnel	6
	5.3 Modèle de référence protocolaire	7
6	Caractéristiques d'interface avec le support de transmission	7
	6.1 Méthode de duplexage	8
	6.2 Densité spectrale de puissance (PSD, <i>power spectral density</i>)	8
	6.2.1 Bandes d'émission	8
	6.2.2 Bandes affaiblies	8
	6.2.3 Fonction de réduction de la puissance PSD dans la région des fréquences inférieures à 1,104 MHz	10
	6.2.4 Contrôle de sortie	10
	6.3 Réduction de puissance amont (UPBO)	10
	6.3.1 Mécanisme de réduction de puissance	10
	6.3.2 Gabarit de réduction de puissance	11
7	Caractéristiques fonctionnelles générales de la sous-couche TPS-TC	11
	7.1 Spécification d'interface α/β	11
	7.1.1 Flux de données	11
	7.1.2 Flux de synchronisation	12
	7.2 Description de l'interface d'application de sous-couche de convergence TPS-TC dans le canal OC (γ_O, γ_R)	12
	7.2.1 Flux de données	12
	7.2.2 Flux de synchronisation	13
8	Gestion	13
	8.1 Modèle des fonctions OAM	13
	8.2 Canaux de communication OAM	14
	8.2.1 Bits d'indicateur	15
	8.2.2 Canal d'exploitation incorporé (eoc) de ligne VDSL	15
	8.2.3 Canal de commande de préfixe VDSL (VOC)	15
	8.2.4 Répartition des données OAM	15
	8.3 Fonctions et description du canal d'exploitation incorporé (eoc)	16

	Page	
8.4	Modèle fonctionnel du canal eoc.....	17
8.4.1	Fonctionnalité d'entité VME.....	17
9	Exigences de performance.....	18
9.1	Exigences de performance en terme d'erreur.....	18
9.2	Exigences relatives à la latence.....	18
9.3	Exigences d'insensibilité au bruit impulsif.....	18
9.4	Exigences en termes de débit et de rayon de raccordement.....	19
10	Initialisation.....	19
10.1	Prise de contact dans le VTU-O.....	19
10.1.1	Messages CL.....	19
10.1.2	Messages MS.....	19
10.2	Prise de contact dans le VTU-R.....	20
10.2.1	Messages CLR.....	20
10.2.2	Messages MS.....	20
10.2.3	Messages MP.....	21
11	Exigences électriques.....	21
11.1	Séparateurs de services.....	21
11.1.1	Généralités.....	21
	Annexe A – Plan de bandes A.....	23
	Annexe B – Plan de bandes B.....	23
	Annexe C – Plan de bandes C.....	24
	Annexe D – Exigences pour la région A (Amérique du Nord).....	25
	D.1 Gabarits de puissance PSD.....	25
	D.2 Séparateurs de services et les caractéristiques électriques.....	25
	D.3 Plan des bandes.....	25
	Annexe E – Exigences pour la région B (Europe).....	25
	E.1 Gabarits de puissance PSD.....	25
	E.2 Séparateurs de services et caractéristiques électriques.....	25
	Annexe F – Exigences régionales applicables à l'environnement de coexistence avec les lignes DSL du réseau TCM-RNIS, telles que définies dans l'Appendice III/G.961....	25
	F.1 Gabarits de puissance PSD.....	25
	F.2 Séparateurs de services et caractéristiques électriques.....	25
	Annexe G – Sous-couche de convergence ATM-TC.....	25
	G.1 Domaine d'application.....	25
	G.2 Modèle de référence pour le transport en mode ATM.....	26
	G.3 Transport des données ATM.....	27

	Page
G.4 Sous-couche TC propre au protocole de transport en mode ATM (ATM_TC)	27
G.4.1 Description de l'interface d'application (point de référence γ)	27
G.4.2 Fonctionnalité de la sous-couche TPS-TC en mode ATM.....	29
G.4.3 Interface $\alpha(\beta)$	30
Annexe H – Sous-couche PTM-TC	31
H.1 Transport de données en mode paquet	31
H.1.1 Modèle fonctionnel.....	31
H.2 Transport de données en mode PTM.....	32
H.3 Description des interfaces.....	32
H.3.1 Interface γ	32
H.3.2 Interface $\alpha(\beta)$	34
H.4 Fonctionnalité de sous-couche TPS-TC en mode PTM	34
H.4.1 Encapsulation des paquets	34
H.4.2 Surveillance des erreurs de paquet	37
H.4.3 Découplage du débit binaire	38
H.4.4 Verrouillage des trames	38
Appendice I – Implémentation de l'interface ATM-TC de type UTOPIA	38
Appendice II – Bibliographie.....	41

Recommandation UIT-T G.993.1

Fondement des lignes d'abonné numérique à très grande vitesse

1 Domaine d'application

La Rec. UIT-T G.993.1 sur les lignes d'abonné numérique à très grande vitesse (VDSL, *very high speed digital subscriber line*) autorise la transmission asymétrique ou symétrique sur paires torsadées de débits binaires composites inférieurs ou égaux à plusieurs dizaines de mégabits par seconde. Sa technique d'accès exploite l'infrastructure existante des fils de cuivre qui avaient été posés initialement pour les services du POTS. Bien que celui-ci utilise à peu près la bande des premiers 4 kHz du spectre des fils de cuivre et que les lignes ADSL/HDSL utilisent environ 1 MHz de ce spectre, la présente Recommandation utilise jusqu'à 12 MHz du spectre. La Rec. UIT-T G.993.1 peut être déployée à partir de commutateurs locaux ou à partir de coffrets de raccordement par fibres situés à proximité des locaux client.

La Rec. UIT-T G.993.1 comporte des plans de fréquence mondiaux permettant d'offrir des services asymétriques et symétriques dans le même faisceau de paires torsadées (appelé *groupe*). A cette fin, l'on désigne des bandes pour la transmission des signaux en amont et en aval.

Les émetteurs-récepteurs G.993.1 doivent impérativement surmonter de nombreux types de brouillages entrants, issus de systèmes de transmission utilisant les techniques radioélectriques ou d'autres techniques, et exploitant les mêmes fréquences dans des scénarios de déploiement typiques. De même, les niveaux de transmission de puissance G.993.1 ont été conçus de façon à minimiser d'éventuels brouillages sortants vers d'autres systèmes de transmission.

Comme d'autres Recommandations de la série G.99x, la Rec. UIT-T G.993.1 utilise les procédures de la Rec. UIT-T G.994.1 pour assurer la prise de contact et le lancement de la séquence de conditionnement de l'émetteur-récepteur.

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.

NOTE – La référence à un document dans la présente Recommandation ne lui donne pas, en tant que document autonome, le statut de Recommandation.

- Recommandation UIT-T G.994.1 (2001), *Procédures de prise de contact pour les émetteurs-récepteurs de ligne d'abonné numérique.*
- Recommandation UIT-T G.996.1 (2001), *Procédures de test pour les émetteurs-récepteurs de ligne d'abonné numérique.*
- Recommandation UIT-T G.997.1 (1999), *Gestion de la couche Physique pour les émetteurs-récepteurs de lignes d'abonné numérique (DSL).*
- Recommandations UIT-T I.432.x, *Interface usager-réseau du RNIS-LB – Spécification de la couche Physique.*
- ISO/CEI 3309:1993, *Technologies de l'information – Télécommunications et échange d'informations entre systèmes – Procédures de commande de liaison de données à haut niveau (HDLC) – Structure de trame.*

3 Définitions

La présente Recommandation définit les termes suivants:

- 3.1 taux d'erreur sur les bits (BER, *bit error ratio*):** rapport du nombre de bits erronés au nombre de bits envoyés dans un intervalle de temps.
- 3.2 canal:** connexion acheminant entre deux blocs des signaux qui représentent des informations. Les canaux acheminent également des signaux entre un bloc et l'environnement. Les canaux peuvent être unidirectionnels ou bidirectionnels.
- 3.3 connexion:** association de canaux ou de circuits de transmission, d'éléments de commutation et d'autres unités fonctionnelles dont l'ensemble permet de transférer des informations d'utilisateur, de commande et de gestion entre au moins deux extrémités (blocs) d'un réseau de télécommunication.
- 3.4 vers l'aval:** flux d'informations dont le sens va du système fournisseur de service final au système consommateur de service final.
- 3.5 interface:** point de démarcation entre deux blocs, qui est traversé par les informations allant d'un bloc à un autre. Pour de plus amples détails, voir les définitions relatives à l'interface physique et à l'interface logique. Une interface peut être de type physique ou logique.
- 3.6 couche/sous-couche:** ensemble d'objets de même rang hiérarchique.
- 3.7 trajet logique de flux d'informations:** séquence de transferts d'informations entre un objet d'origine d'informations initiales et un objet de destination d'informations terminales, soit directement soit par l'intermédiaire d'objets. Différents trajets physiques de flux d'informations peuvent être associés à un segment ou à la totalité d'un trajet logique de flux d'informations, dans différentes implémentations.
- 3.8 interface logique (fonctionnelle):** interface dans laquelle sont définis les attributs sémantiques, syntaxiques et symboliques des flux d'informations. Les interfaces logiques ne définissent pas les caractéristiques physiques des signaux utilisés pour représenter les informations. Une interface logique peut être interne ou externe. Elle est définie par un ensemble de flux d'informations et d'empilements protocolaires associés.
- 3.9 plan de gestion (MP, *management plane*):** plan qui contient des informations de gestion.
- 3.10 informations de gestion:** informations échangées par les objets du plan de gestion. Il peut s'agir d'informations de contenu ou d'informations de commande.
- 3.11 réseau:** ensemble d'éléments interconnectés qui offrent des services de connexion aux utilisateurs.
- 3.12 fonction de commande de réseau:** fonction chargée de la réception et de l'émission sans erreur d'informations de flux de contenu à destination ou en provenance du serveur.
- 3.13 terminaison de réseau (NT, *network termination*):** élément du réseau d'accès qui effectue la connexion entre l'infrastructure détenue par l'opérateur du réseau d'accès et le système consommateur de services (découplage de propriété). La terminaison NT peut être passive ou active, transparente ou non transparente.
- 3.14 marge de bruit:** grandeur maximale de l'augmentation possible du niveau de bruit de référence au cours d'un essai de BER sans provoquer la non-observation par le modem du BER prescrit.

3.15 interface physique: interface dans laquelle on définit les caractéristiques physiques des signaux utilisés pour représenter des informations ainsi que les caractéristiques physiques des canaux utilisés pour acheminer les signaux. Une interface physique est de type externe. Elle est totalement définie par ses caractéristiques physiques et électriques. Les flux d'informations logiques correspondent aux flux de signaux qui traversent les interfaces physiques.

3.16 plan: catégorie qui désigne un ensemble d'objets associés, exécutant par exemple des fonctions analogues ou similaires; ou un ensemble d'objets homologues qui interagissent afin d'utiliser ou de fournir des services dans une classe qui représente l'autorité, la capacité ou l'intervalle de temps. Les objets de service du plan de gestion peuvent par exemple autoriser l'accès de clients du protocole ISP à certains objets de service du plan de commande qui à leur tour peuvent permettre aux clients d'utiliser les services fournis par certains objets du plan d'utilisateur.

3.17 primitives: mesures fondamentales de performance, habituellement obtenues à partir de codes en ligne et de formats de trame de signaux numériques ou signalées par des indicateurs de préfixe à partir de l'extrémité distante. Les primitives de performance sont classées en événements, anomalies et défauts. Les primitives peuvent aussi être des mesures de base d'autres grandeurs (par exemple, de puissance en courant alternatif ou continu), habituellement obtenues à partir d'indicateurs d'équipement.

3.18 point de référence: ensemble d'interfaces situées entre deux blocs associés, par lesquelles les informations passent d'un bloc à l'autre. Un point de référence se compose d'une ou de plusieurs interfaces logiques (non physiques) de transfert d'informations *et* d'une ou plusieurs interfaces physiques de transfert de signal.

3.19 marge SNR: estimation par le modem de la grandeur maximale possible de l'augmentation du bruit (endogène et exogène) du récepteur sans provoquer la non-observation par le modem du BER prescrit.

3.20 symbole: bit ou séquence binaire définie.

3.21 système: ensemble d'objets en interaction qui sert un objectif utile, normalement une subdivision primaire d'un objet (ou domaine) de taille ou de composition quelconque.

3.22 vers l'amont: sens d'un flux d'informations allant d'un système consommateur de service final à un système fournisseur de service final.

3.23 utilisateur: objet ou système (bloc) consommateur de service.

3.24 plan d'utilisateur (UP, *user plane*): classification des objets dont la fonction principale est d'assurer le transfert d'informations d'utilisateur final, qui peuvent être à contenu d'utilisateur à utilisateur (comme un film) ou à contenu de données privées d'utilisateur à utilisateur.

4 Abréviations

La présente Recommandation utilise les abréviations suivantes:

ATM	mode de transfert asynchrone (<i>asynchronous transfer mode</i>)
DS	aval (<i>downstream</i>)
DSL	ligne d'abonné numérique (<i>digital subscriber line</i>)
EIO	adaptateur d'interface externe (<i>external interface adapter</i>)
eoc	canal d'exploitation incorporé (entre blocs VTU-O et VTU-R) (<i>embedded operations channel</i>)
FDD	duplexage par répartition en fréquence (<i>frequency division duplexing</i>)
FEC	correction d'erreur directe (<i>forward error correction</i>)

HEC	contrôle d'erreur dans l'en-tête (<i>header error control</i>)
LCD	délimitation avec perte de cellules (<i>loss of cell delineation</i>)
LT	terminaison de ligne (<i>line termination</i>)
MIB	base d'informations de gestion (<i>management information base</i>)
MSB	bit de plus fort poids (<i>most significant bit</i>)
NT	terminaison de réseau (<i>network termination</i>)
NTR	référence de rythme du réseau (<i>network timing reference</i>)
OAM	gestion, exploitation et maintenance (<i>operations, administration and maintenance</i>)
OC	canal de surdébit (<i>overhead channel</i>)
ONU	unité optique de réseau (<i>optical network unit</i>)
PHY	couche Physique (<i>physical layer</i>)
PMD	dépendant du support physique (<i>physical media dependent</i>)
PMS	spécifique au support physique (<i>physical media specific</i>)
PMS-TC	couche de convergence de transmission spécifique en support physique (<i>physical media specific-transmission convergence</i>)
PSD	densité spectrale de puissance (<i>power spectral density</i>)
PTM	mode de transfert par paquets (<i>packet transfer mode</i>)
QS	qualité de service
RF	radiofréquence; radioélectrique
RNIS	réseau numérique à intégration de services
TBD	à déterminer (<i>to be determined</i>)
TC	convergence de transmission (<i>transmission convergence</i>)
TCM	multiplex à compression temporelle (<i>time compression multiplex</i>)
TPS	propre au protocole de transmission (<i>transmission protocol specific</i>)
TPS-TC	convergence de transmission – propre au protocole de transmission (<i>transmission protocol specific-transmission convergence</i>)
TX	émetteur (<i>transmitter</i>)
UPBO	réduction de puissance amont (<i>upstream power back-off</i>)
US	amont (<i>upstream</i>)
VDSL	ligne d'abonné numérique à très grande vitesse (<i>very high speed digital subscriber line</i>)
VME_O	entité de gestion de VTU-O (<i>VTU-O management entity</i>)
VME_R	entité de gestion de VTU-R (<i>VTU-R management entity</i>)
VTU	bloc émetteur-récepteur VDSL (<i>VDSL transceiver unit</i>)
VTU-O	bloc VTU à la terminaison ONU (<i>VTU at the ONU</i>)
VTU-R	bloc VTU distant (<i>VTU at the remote site</i>)
VTU-x	bloc VTU-O ou VTU-R (<i>any one of VTU-O or VTU-R</i>)

xDSL terme générique désignant l'ensemble de toutes les techniques DSL, comme DSL, HDSL, ADSL, VDSL

5 Modèles de référence

5.1 Modèles de référence généraux

La Figure 5-1 montre la configuration de référence utilisée pour la Rec. UIT-T G.993.1. Il s'agit principalement d'une architecture de déploiement par fibre jusqu'au nœud avec une terminaison de réseau optique (ONU, *optical network unit*) implantée dans le réseau d'accès métallique existant (ou dans le commutateur local ou dans le centre de commutation de rattachement). Le premier modèle architectural correspond au déploiement de type FTTCab, fibre jusqu'au coffret de raccordement (FTTCab, *fibre to the cabinet*); le second correspond au déploiement de type FTTEEx, fibre jusqu'au commutateur (FTTEEx, *fibre-to-the-exchange*). Les paires torsadées existantes de fils métalliques d'accès non blindés servent à acheminer les signaux à destination ou en provenance des locaux d'abonné.

La configuration de référence offre deux ou quatre trajets de données dont le débit est régi par l'opérateur de réseau et qui se composent d'un ou de deux trajets de données aval et d'un ou de deux trajets de données amont. Un seul trajet dans chaque sens peut avoir une latence élevée (avec un moindre BER à prévoir) ou avoir une latence basse (avec un plus grand BER à prévoir). Dans chaque sens, chaque paire de trajets offre un trajet de chaque type. L'on estime que la configuration à double latence constitue le minimum permettant de prendre en charge un assortiment de services suffisamment complet, bien qu'il soit possible de prendre en charge aussi bien le modèle à latence unique et programmable que d'autres modèles à plus de deux trajets/latences. Le modèle implique que la correction d'erreur directe (FEC, *forward error correction*) sera requise pour une partie de la capacité utile et qu'un entrelacement profond sera requis afin d'assurer une protection adéquate contre les bruits de type impulsif.

Ce modèle prévoit des blocs fonctionnels séparateurs de services afin de tenir compte de l'utilisation partagée des supports physiques de transmission pour les lignes VDSL et soit le POTS soit l'accès de base du RNIS. L'objectif ainsi visé est d'offrir aux opérateurs de réseau la possibilité de faire évoluer leurs réseaux d'une des deux façons suivantes: remplacement complet ou superposition. Une terminaison de réseau (NT, *network termination*) active constitue une extrémité du système de transmission VDSL point à point. Elle présente également un ensemble normalisé d'interfaces utilisateur-réseau (UNI, *user network interface*) dans les locaux d'abonné. La terminaison NT offre à l'opérateur la possibilité de tester son réseau jusqu'à l'interface UNI dans les locaux d'abonné en cas d'état de panne ou lors de routines nocturnes. Le système de transmission par câblage d'abonné est hors du domaine d'application de la présente Recommandation.

Il est envisagé que la présente Recommandation sur les lignes VDSL trouve des applications dans le transport de divers protocoles. Différentes exigences fonctionnelles doivent être mises au point pour chaque application dans la couche convergence de transmission propre au protocole de transport, TPS-TC, *transport protocol specific-transmission convergence layer*. La présente spécification couvre les exigences fonctionnelles du transport en modes ATM et PTM. L'émetteur-récepteur central G.993.1 doit cependant avoir la capacité de prendre en charge de futures applications complémentaires. Il y a lieu que le service VDSL coexiste pacifiquement, sur la même paire, avec les services en bande étroite. Une panne d'alimentation de la terminaison NT à large bande ou une panne du service VDSL ne doit pas avoir d'incidence sur d'éventuels services en bande étroite existants, ce qui peut impliquer que le filtre séparateur soit de type passif et ne nécessite pas d'alimentation extérieure afin d'assurer la séparation de fréquence des signaux VDSL et des signaux en bande étroite existants.

Le POTS, s'il est présent, doit continuer à être alimenté à partir du nœud commutateur existant et un circuit en courant continu est requis entre le commutateur local et le poste téléphonique client. De même, un circuit en courant continu est requis pour l'accès de base du RNIS afin d'assurer l'alimentation distante de la terminaison NT de cet accès (et cette alimentation d'urgence peut être fournie par le commutateur local à un terminal RNIS en cas de panne de courant dans les locaux d'abonné).

Le POTS et le RNIS en accès de base ne peuvent pas encore coexister sur la même paire téléphonique. Les opérateurs de réseau peuvent offrir l'un ou l'autre réseau mais pas les deux sur une même paire de fils. Ils peuvent décider de fournir le service VDSL sur les lignes d'accès mais sans aucun service à bande étroite.

Il n'est pas nécessaire de téléalimenter la terminaison NT du service VDSL.

De même, une exploitation avec répéteurs n'est pas requise pour les systèmes G.993.1.

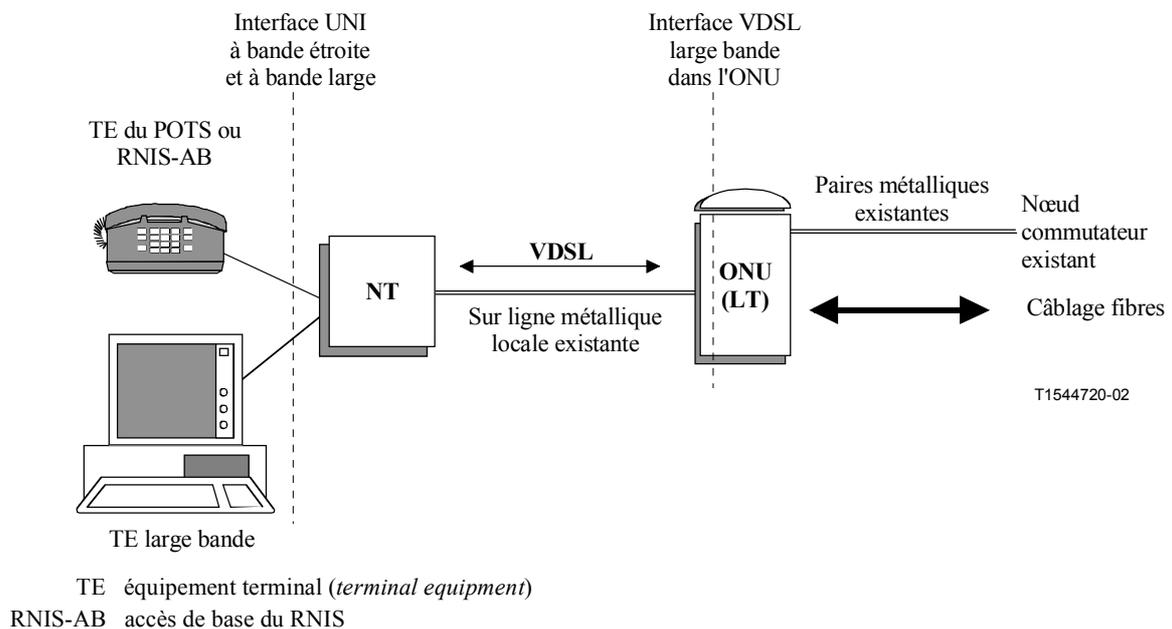


Figure 5-1/G.993.1 – Modèle de référence général

5.2 Modèle de référence fonctionnel

Dans la Figure 5-2 ci-dessous, l'une des couches TPS-TC peut être attribuée aux fonctions de gestion. Elle est alors dénommée "OC-TC", couche de convergence de transmission dans le canal de surdébit (OC-TC, *overhead channel TC*).

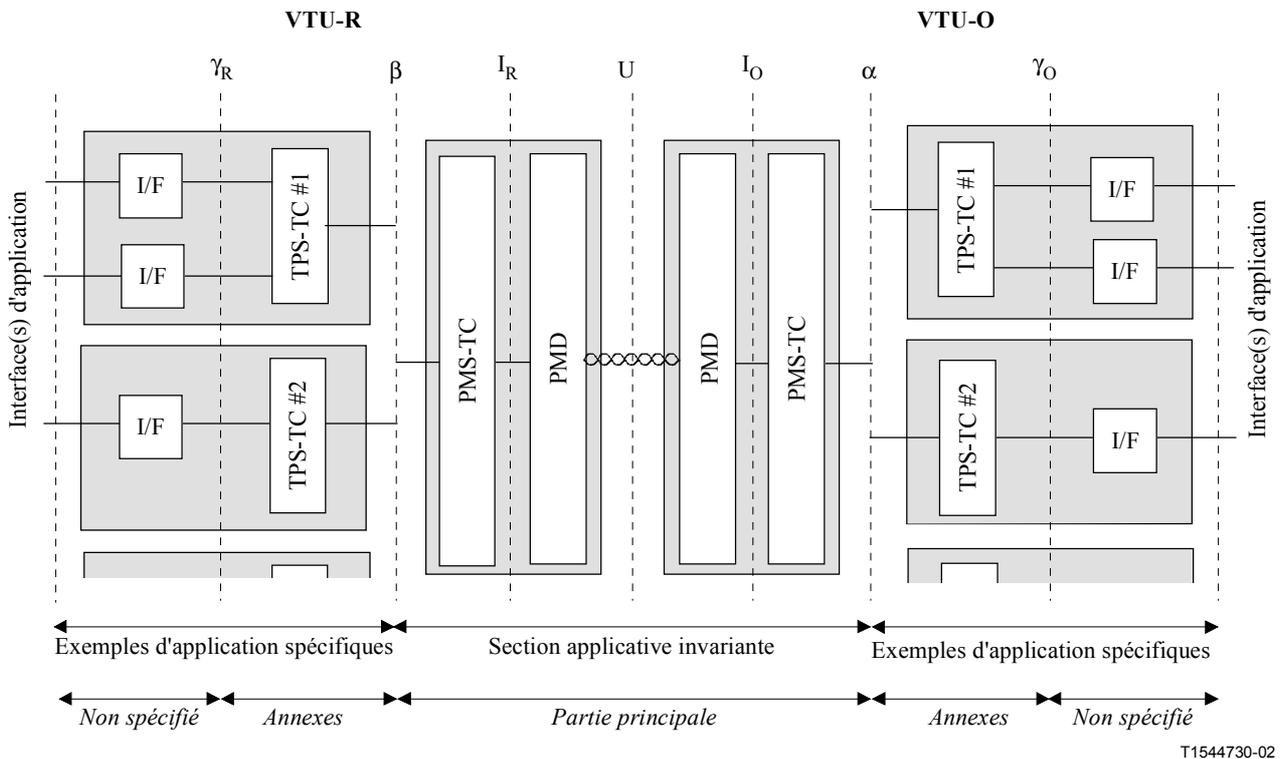


Figure 5-2/G.993.1 – Modèle de référence fonctionnel d'un bloc VTU-x

5.3 Modèle de référence protocolaire

La Figure 5-3 montre le modèle de référence protocolaire G.993.1.

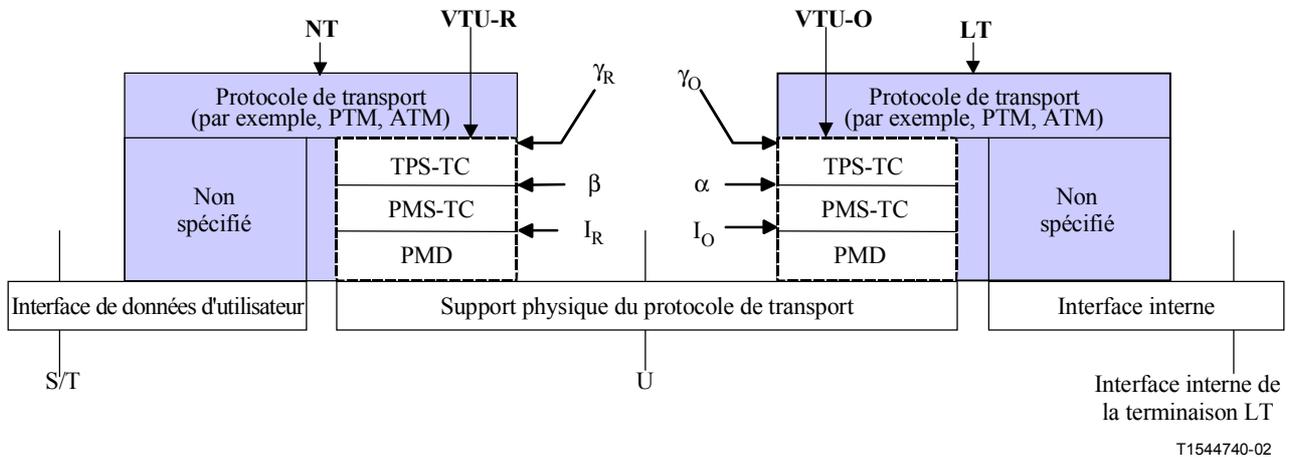


Figure 5-3/G.993.1 – Modèle de référence protocolaire d'un bloc VTU-x

6 Caractéristiques d'interface avec le support de transmission

Le présent paragraphe spécifie l'interface entre le bloc émetteur-récepteur et le support de transmission (points de référence U-O2 et U-R2 – voir Figure 22/G.995.1, Modèle de référence du système). Dans le cadre de la présente Recommandation, les interfaces U-O2/U-R2 et U sont équivalentes en termes de spectre.

6.1 Méthode de duplexage

Les émetteurs-récepteurs G.993.1 doivent utiliser le duplexage par répartition en fréquence (FDD, *frequency division duplexing*) afin de séparer les flux de transmission amont et aval.

Les systèmes G.993.1 utilisent un plan à quatre bandes allant de 138 kHz à 12 MHz. Les quatre bandes de fréquences, désignées par DS1, US1, DS2 et US2 correspondent respectivement à la première bande aval, à la première bande amont, à la deuxième bande aval et à la deuxième bande amont, comme représenté sur la Figure 6-1. Ces bandes doivent être attribuées conformément aux fréquences de séparation de bande f_1 , f_2 , f_3 , f_4 et f_5 .

L'utilisation de la bande comprise entre 25 kHz (f_0) et 138 kHz (f_1) doit être négociée conformément à la Rec. UIT-T G.994.1, dont le mécanisme de prise de contact indique et sélectionne (voir § 10.1 et 10.2) l'existence éventuelle de cette capacité dans l'équipement G.993.1 (bit "Opt Usage") ainsi que l'une des deux possibilités suivantes:

- si la bande doit être utilisée pour la transmission amont (bit "OptUp");
- si la bande doit être utilisée pour la transmission aval (bit "OptDn").

Les autres utilisations de la bande entre 25 kHz (f_0) et 138 kHz (f_1) feront l'objet d'un complément d'étude.

Voir les Annexes A, B et C pour les particularités de f_0 , f_1 , f_2 , f_3 , f_4 et f_5 pour les plans de fréquences.

L'utilisation des bandes inférieures à 25 kHz (f_0) et supérieures à 12 MHz (f_5) fera l'objet d'un complément d'étude.

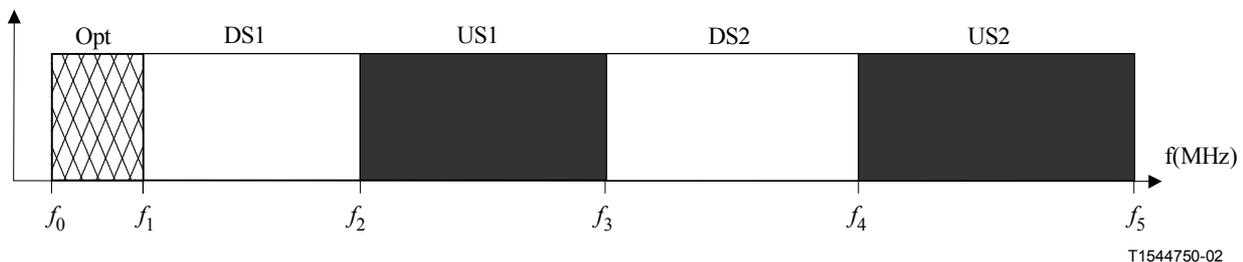


Figure 6-1/G.993.1 – Attribution des bandes G.993.1

6.2 Densité spectrale de puissance (PSD, *power spectral density*)

6.2.1 Bandes d'émission

Voir les Annexes D, E et F.

6.2.2 Bandes affaiblies

Le gabarit de densité spectrale de puissance (PSD, *power spectral density*) situé à l'intérieur des bandes affaiblies doit être conforme à la Figure 6-2. Le gabarit de puissance PSD en bande étroite s'applique entre les fréquences séparatrices de bande f_{tr1} et f_{tr2} . La limite de puissance en large bande s'applique dans la partie de la bande de réception qui s'étend entre les bandes de transition.

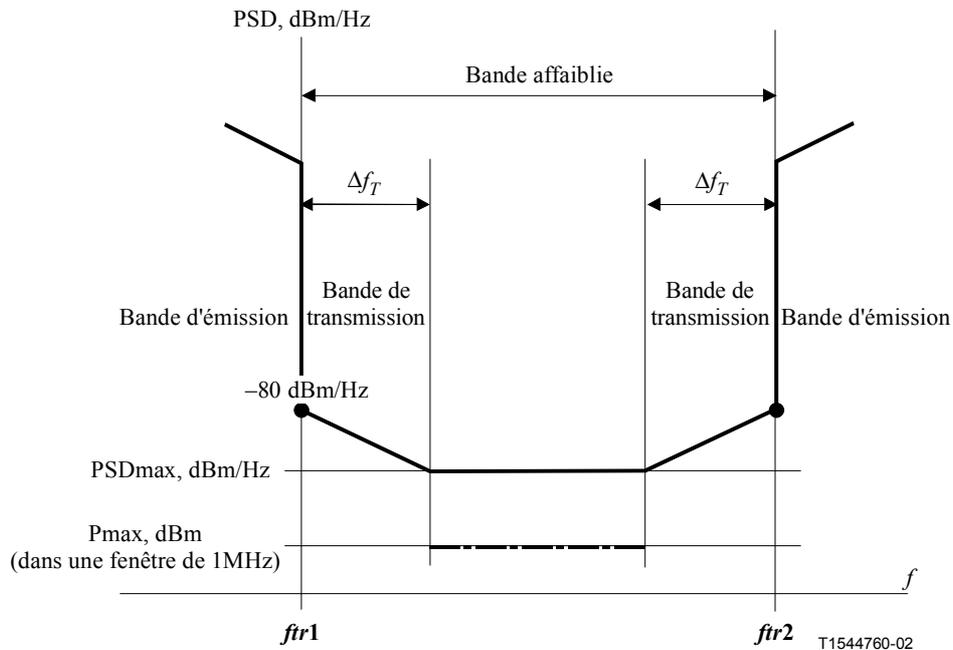


Figure 6-2/G.993.1 – Gabarit de puissance PSD dans la bande affaiblie

La largeur des bandes de transition, Δf_T , doit être indépendante de la fréquence et avoir une valeur de 175 kHz. Les bandes de transition inférieures à 138 kHz feront l'objet d'un complément d'étude.

Les valeurs correspondantes du gabarit de puissance PSD à l'intérieur des bandes affaiblies sont énumérées dans le Tableau 6-1.

Tableau 6-1/G.993.1 – Gabarit de puissance PSD en bande affaiblie

Fréquence MHz	Puissance PSD maximale PSD_{max} , dBm/Hz	Puissance maximale dans une fenêtre mobile de 1 MHz P_{max} , dBm
<0,12	-120	–
0,12-0,225	-110	–
0,225-4,0	-100	–
4,0-5,0	-100	-50
5,0-30,0	-100	-52
$\geq 30,0$	-120	–
Fréquence de transition	-80	–

La puissance PSD d'émission dans la bande affaiblie doit être conforme à la fois aux limites de puissance PSD maximale mesurée avec une résolution spectrale de 10 kHz et aux limites de puissance maximale dans un fenêtre mobile de 1 MHz, indiquées dans le Tableau 6-1. Cette puissance est mesurée dans une bande de 1 MHz de large à partir de la fréquence $f_{tr1} + \Delta f_T$ du signal d'émission correspondant, jusqu'à la prochaine fréquence de transition $f_{tr2} - \Delta f_T$, telle que définie dans la Figure 6-2. Si la valeur de la bande affaiblie moins $2\Delta f_T$, $(f_{tr2} - f_{tr1} - 2\Delta f_T)$ est plus étroite que 1 MHz, la largeur de bande de l'appareil de mesure doit normalement être réglée à Δf_M , avec Δf_M égal ou inférieur à la valeur de la bande affaiblie moins $2\Delta f_T$ ($\Delta f_M \leq f_{tr2} - f_{tr1} - 2\Delta f_T$), et il convient de recalculer comme suit le résultat mesuré en fonction de la fenêtre mobile de 1 MHz:

$$P_{max} = P - 10 \log(\Delta f_M)$$

où P est le résultat mesuré en dBm, Δf_M est la largeur de bande utilisée pour le mesurage, exprimée en MHz.

6.2.3 Fonction de réduction de la puissance PSD dans la région des fréquences inférieures à 1,104 MHz

L'implémentation de la fonction de réduction de puissance PSD dans la région des fréquences inférieures à 1,104 MHz est obligatoire. L'opérateur détermine si la fonction est utilisée ou non. La fonction exacte de réduction de la puissance PSD fera l'objet d'un complément d'étude.

L'utilisation de la fonction de réduction de puissance PSD doit être sélectionnée conformément à la Rec. UIT-T G.994.1 (voir § 10.1 et 10.2).

6.2.4 Contrôle de sortie

L'équipement G.993.1 doit pouvoir réduire la puissance PSD au-dessous de -80 dBm/Hz dans une des bandes radioamateur normalisées, ou simultanément dans plusieurs de celles-ci. Les bandes de fréquences amateur correspondantes sont présentées dans le Tableau 6-2.

Tableau 6-2/G.993.1 – Bandes radioamateur internationales

Début de bande (kHz)	Fin de bande (kHz)
1 810	2 000
3 500	3 800
7 000	7 100
10 100	10 150
14 000	14 350
18 068	18 168
21 000	21 450
24 890	24 990
28 000	29 100

6.3 Réduction de puissance amont (UPBO)

6.3.1 Mécanisme de réduction de puissance

La réduction de puissance amont (UPBO, *upstream power back-off*) doit être appliquée afin d'assurer une compatibilité spectrale entre des circuits de différentes longueurs déployés dans le même groupe. Un seul mode de réduction UPBO doit être pris en charge, comme indiqué ci-dessous:

- le système de gestion de réseau doit avoir la possibilité de régler le gabarit de puissance PSD limitant le bloc VTU-R conformément à l'un des gabarits normalisés de puissance PSD d'émission qui ont été définis au § 6.3.2;
- le bloc VTU-R doit effectuer de manière autonome la réduction UPBO comme décrit au § 6.3.2, c'est-à-dire sans envoyer d'informations significatives au bloc VTU-O jusqu'à ce que la réduction UPBO soit appliquée;
- une fois que la réduction UPBO a été appliquée, le bloc VTU-O doit être capable de régler la puissance PSD d'émission sélectionnée par le VTU-R et cette puissance réglée doit être soumise aux limitations indiquées au § 6.3.2;

- afin que le bloc VTU-R puisse ouvrir une connexion avec le bloc VTU-O, ce qui se produira avant que la réduction UPBO ait été appliquée, le VTU-R doit être autorisé à imposer aux autres circuits une dégradation plus importante que lorsqu'on utilise le mode décrit au § 6.3.2.

NOTE – La dégradation supplémentaire permise au cours du lancement fera l'objet d'un complément d'étude.

6.3.2 Gabarit de réduction de puissance

Le bloc VTU-R doit estimer explicitement la longueur électrique de sa ligne, kl_0 , et utiliser cette valeur pour calculer le gabarit de puissance PSD d'émission, $TxPSD(kl_0, f)$. Le VTU-R doit ensuite adapter son signal d'émission afin de se conformer strictement au gabarit $TxPSD(kl_0, f)$. Soit:

$$TxPSD(kl_0, f) = PSDREF(f) + (LOSS(kl_0, f) \text{ en dB})$$

$$LOSS = kl_0 \sqrt{f} \text{ en dB}$$

La fonction $LOSS$ est une approximation de l'affaiblissement de boucle (perte).

NOTE – La fonction $LOSS$ fera l'objet d'un complément d'étude.

La puissance $PSDREF(f)$ dépend de la fréquence mais est indépendante de la longueur et du type de câble. L'on peut chercher à n'avoir qu'une seule fonction mais un complément d'étude peut indiquer que chaque fonction unique est propre à une région géographique. A l'intérieur de chaque région, il ne doit cependant y avoir qu'une seule fonction.

L'estimation de la longueur électrique devrait être suffisamment précise pour permettre d'éviter les problèmes de gestion du spectre et une perte supplémentaire de performance. Le mécanisme garantissant la précision nécessaire de l'estimation fera l'objet d'un complément d'étude.

7 Caractéristiques fonctionnelles générales de la sous-couche TPS-TC

La couche Physique doit être en mesure de transporter au moins un des signaux en mode ATM ou PTM. Voir les Annexes G et H pour les particularités de ces applications de la sous-couche TPS-TC.

7.1 Spécification d'interface α/β

Les points de référence α et β définissent les interfaces correspondantes entre les sous-couches TPS-TC et PMS-TC, respectivement du côté VTU-O et du côté VTU-R. Ces deux interfaces sont théoriques, indépendantes des applications et identiques. Elles se composent des flux de signaux suivants entre les sous-couches TPS-TC et PMS-TC:

- flux de données;
- flux de synchronisation.

NOTE – Si la double latence est appliquée, l'interface se compose de deux flux identiques, de données et de synchronisation, l'un pour le canal rapide, l'autre pour le canal lent, respectivement. Chaque flux s'écoule entre les sous-couches TPS-TC et PMS-TC correspondantes.

7.1.1 Flux de données

Le flux de données se compose de deux trains génériques *au niveau des octets*, dont les débits sont définis par les capacités physiques nettes:

- flux de données d'émission: **Tx**;
- flux de données de réception: **Rx**.

La description des signaux de flux de données est présentée dans le Tableau 7-1.

Si les flux de données sont *sériels* par construction, c'est le bit de poids fort de chaque octet qui est envoyé en premier. Les valeurs de débit **Tx** et **Rx** sont réglées au cours de la configuration du système.

Tableau 7-1/G.993.1 – TPS-TC: résumé des signaux de flux de données et de synchronisation à l'interface α/β

Signal	Description	Sens	Notes
<i>Signaux de données</i>			
Tx	Données d'émission	TPS-TC → PMS-TC	
Rx	Données de réception	TPS-TC ← PMS-TC	
<i>Signaux de synchronisation</i>			
Clk_t	Rythme du bit d'émission	TPS-TC ← PMS-TC	Facultatif
Clk_r	Rythme du bit de réception		
Osync_t	Rythme de l'octet d'émission		
Osync_r	Rythme de l'octet de réception		

7.1.2 Flux de synchronisation

Ce flux assure la synchronisation entre les sous-couches TPS-TC et PMS-TC. Le flux de synchronisation se compose d'un maximum de quatre signaux de synchronisation, présentés dans le Tableau 7-2 comme suit:

- synchronisation des bits de flux de données à l'émission et à la réception (Clk_t, Clk_r);
- synchronisation des octets de flux de données à l'émission et à la réception (Osync_t, Osync_r).

Tous les signaux de synchronisation sont activés par la sous-couche PMS-TC et dirigés vers la sous-couche TPS-TC. Les signaux Osync_t, Osync_r sont obligatoires et les autres signaux sont *facultatifs*.

Les rythmes Clk_t et Clk_r sont respectivement adaptés aux débits binaires d'émission et de réception.

7.2 Description de l'interface d'application de sous-couche de convergence TPS-TC dans le canal OC (γ_O , γ_R)

Le présent paragraphe spécifie une sous-couche de convergence de transmission propre au protocole de transport dans le canal d'opérations (OC-TC), qui décrit la transmission du canal d'exploitation incorporé (eoc) par une liaison VDSL entre les entités de gestion VDSL (VME, *VDSL management entity*) aux extrémités opposées de cette liaison (voir Figure 8-2). Le canal OC-TC est spécifié aux deux points de référence (γ_O , γ_R) des sites VTU-O et VTU-R respectivement. Les deux interfaces γ sont fonctionnelles et identiques. Elles contiennent les flux de signaux suivants:

- flux de données;
- flux de synchronisation.

7.2.1 Flux de données

Le flux de données dans le canal eoc comporte deux trains de blocs de 2 octets chacun en sens opposé (eoc_tx et eoc_rx). Ces trains, de débit indépendant, s'écoulent entre la couche d'application du canal eoc (entités VME) et le bloc du canal OC de la sous-couche TPS-TC (OC-TC). Les débits des deux trains sont *arbitraires* au-dessous d'une limite supérieure prédéfinie en termes de capacité

de transport en débit composite dans le canal OC. Le Tableau 7-1 décrit le signal du flux de données.

Si les trains de données sont *sériels* par implémentation, le bit MSB de chaque octet est envoyé en premier.

7.2.2 Flux de synchronisation

Ce flux assure la synchronisation entre la couche d'application du canal eoc (entités VME) et le bloc OC-TC (voir le § 8.4). Ce flux se compose des signaux de synchronisation suivants, présentés dans le Tableau 7-2:

- signaux de rythme d'émission et de réception (eoc_tx_clk et eoc_rx_clk): ces deux signaux sont activés par le processeur du canal eoc;
- fanion d'activation d'émission (tx_enbl): ce fanion est activé par le bloc OC-TC et permet d'émettre le bloc de 2 octets suivants;
- fanion d'activation de réception (rx_enbl): ce fanion est activé par le bloc OC-TC et indique que le prochain bloc de 2 octets est attribué au tampon de réception du bloc OC-TC.

Tableau 7-2/G.993.1 – Bloc OC-TC: résumé des flux de données et de synchronisation à l'interface γ

Signal	Description	Sens	Notes
<i>Flux de données</i>			
eoc_tx	Données eoc d'émission	VME → OC-TC	Bloc de 2 octets
eoc_rx	Données eoc de réception	VME ← OC-TC	
<i>Flux de synchronisation</i>			
eoc_tx_clk	Rythme d'émission	VME → OC-TC	
eoc_rx_clk	Rythme de réception	VME → OC-TC	
tx_enbl	Fanion d'activation d'émission	VME ← OC-TC	
rx_enbl	Fanion d'activation de réception	VME ← OC-TC	

NOTE – L'essentiel de la capacité de tampon nécessaire pour implémenter le protocole de communication dans le canal eoc doit être fourni par les entités VME; le bloc OC-TC est censé n'avoir qu'une capacité minimale de tampon.

8 Gestion

8.1 Modèle des fonctions OAM

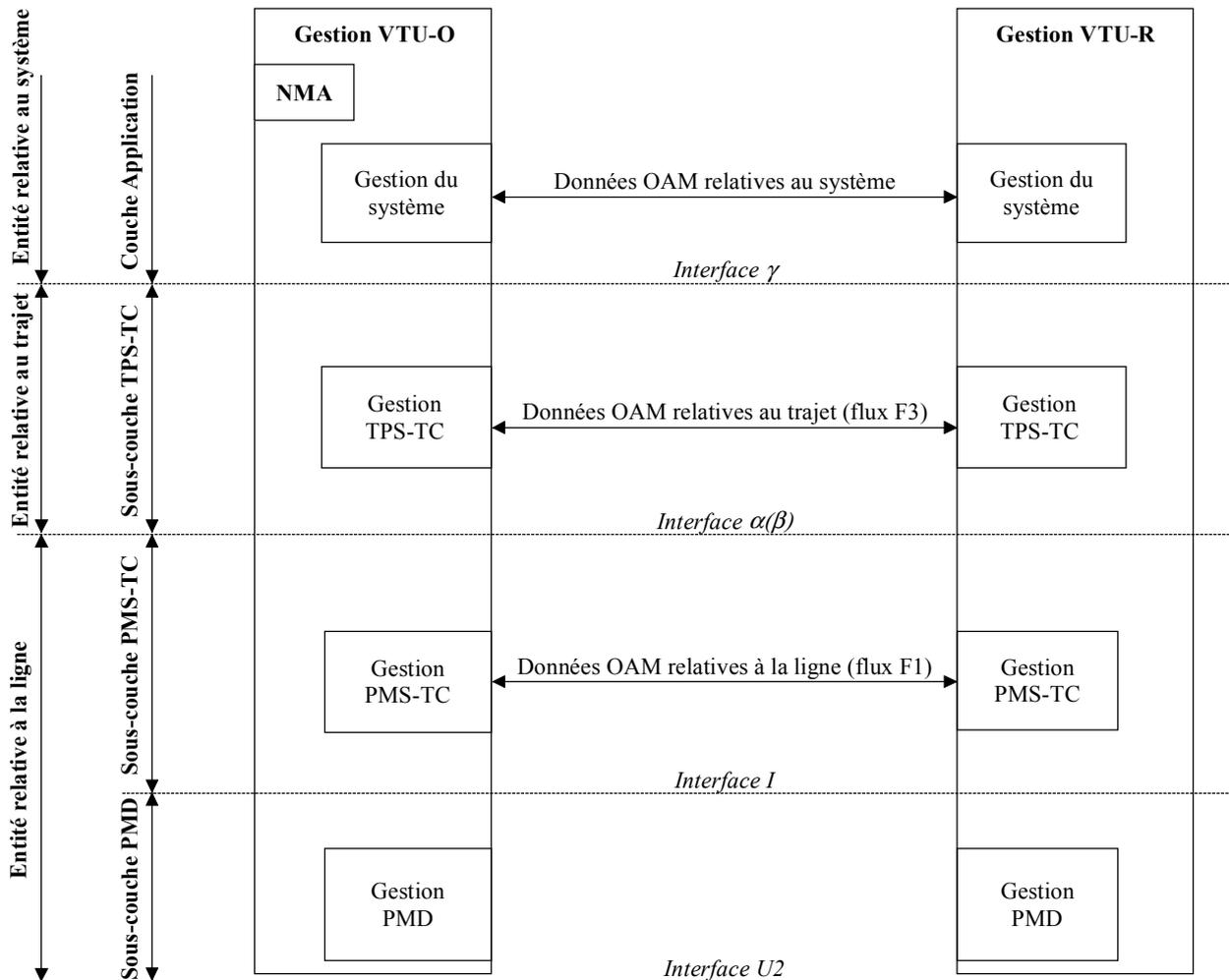
Le modèle des fonctions OAM d'une liaison par ligne VDSL contient, comme indiqué dans la Figure 8-1, des entités OAM destinées à gérer les entités de transmission suivantes:

- *entité de ligne VDSL*: véhicule de transport physique fourni par les sous-couches de transmission PMD et PMS-TC;
- *entité de trajet VDSL*: trajet du protocole de transport applicable, fourni par la sous-couche TPS-TC. Un trajet peut être destiné soit à une application unique (latence unique, protocole de transport unique) soit à une application multiple (comportant un choix entre différents protocoles de transport avec latence unique ou double);
- *entité de système VDSL*: trajet applicatif d'utilisateur, fourni par les couches supérieures à TC. Ce trajet offre également les fonctions OAM de niveau supérieur entre les blocs VTU-O et VTU-R.

La structure des entités OAM est identiques dans les deux blocs VTU-O et VTU-R. L'échange de données entre les processus de gestion des entités OAM homologues dans les blocs VTU-O et VTU-R est établi par trois canaux de communication dédiés aux fonctions OAM.

Le processus de gestion implique également un échange d'informations de gestion à l'intérieur du bloc VTU entre les entités OAM et l'agent de gestion de réseau (NMA, *network management agent*). Cet échange est réalisé:

- via l'interface γ : entre l'agent NMA et le TPS-TC;
- via l'interface $\alpha(\beta)$: entre l'agent NMA et PMS-TC/PMD.



T1544770-02

Figure 8-1/G.993.1 – Modèle des fonctions OAM

Les flux OAM vont dans les deux sens de part et d'autre des deux interfaces. Ils acheminent, respectivement, les primitives et paramètres associés aux trajets et aux lignes, les réglages de configuration ainsi que les commandes de maintenance et les acquittements de certains niveaux.

NOTE – Le débit OAM doit normalement répondre aux exigences des calculs de performance et permettre d'obtenir le temps de réponse requis pour la gestion du système.

8.2 Canaux de communication OAM

Les trois canaux suivants, qui sont dédiés aux communications OAM, doivent être configurés de façon à assurer le transfert de données OAM entre les blocs VTU-O et VTU-R:

- canal des bits d'indicateur (IB, *indicator bit*);

- canal d'exploitation incorporé (eoc);
- canal de commande de préfixe VDSL (VOC, *VDSL overhead control*).

Ces trois canaux OAM doivent assurer le transport des données OAM suivantes:

- primitives (anomalies, dérangements, pannes) issues de toutes les entités de transmission;
- paramètres (performance et essais);
- réglage de configuration;
- signaux de maintenance.

L'interface entre tel ou tel canal OAM et l'entité OAM correspondante est fonctionnelle. Elle est définie par un protocole de communication spécifique et par une liste d'informations transférées comportant une partie réservée à l'utilisation privée. Chaque canal OAM possède des caractéristiques spécifiques et est destiné à transporter des données OAM d'un type spécifique. La répartition des données OAM entre différents canaux OAM est décrite au § 8.2.4.

8.2.1 Bits d'indicateur

Le transport des bits d'indicateur est pris en charge par la sous-couche PMS-TC. Les bits IB servent à configurer des canaux de communication entre les entités OAM homologues qui sont destinées à transférer les primitives distantes chronocritiques, qui nécessitent une action immédiate du côté opposé. Le canal IB doit fonctionner en mode unidirectionnel, c'est-à-dire indépendamment dans les sens amont et aval. Les principales données à envoyer par le canal IB sont les informations sur les dérangements/pannes, où le temps est critique. Le canal IB peut également transférer d'autres primitives associées aux lignes ou aux chemins.

8.2.2 Canal d'exploitation incorporé (eoc) de ligne VDSL

Le canal eoc est pris en charge dans la couche (d'applications) du système. C'est un canal non codé qui permet de transporter les données de gestion du système VDSL et de régler le trafic entre les blocs VTU-O et VTU-R. Les données transportées sont les primitives relatives au système, les paramètres de performance, les paramètres d'essai, les réglages de configuration et les signaux de maintenance.

Le canal eoc fonctionne, sauf cas particuliers, en mode bidirectionnel au moyen d'un protocole de bouclage. Les deux sens de transmission sont donc nécessaires aux communications par le canal eoc. L'interface avec le canal eoc non codé est la même pour les deux blocs VTU-O et VTU-R.

8.2.3 Canal de commande de préfixe VDSL (VOC)

Le canal de commande VOC est pris en charge par la sous-couche TPS-TC. Il est principalement destiné à transférer les messages d'activation et de configuration de liaison VDSL entre VTU-O et VTU-R. Le canal de commande VOC peut également transférer des primitives associées à la ligne ou au trajet.

Le canal de commande VOC fonctionne en mode bidirectionnel au moyen d'un protocole de bouclage. Les deux sens de transmission sont donc nécessaires aux communications par la canal VOC.

8.2.4 Répartition des données OAM

Les données de gestion OAM dans les deux blocs VTU-O et VTU-R sont recueillies auprès de différentes entités puis mémorisées dans la partie correspondante de la base MIB avant d'être transférées vers l'extrémité distante par le canal OAM correspondant. La répartition des données OAM entre différents canaux de communication OAM est résumée dans le Tableau 8-1.

Tableau 8-1/G.993.1 – Répartition des données de gestion OAM

Données de gestion OAM	Transférées vers l'extrémité distante par:	Notes
<i>Primitives</i>		
De ligne, chronocritique	IB	Dérangements de sous-couche PMD et PMS-TC
De trajet, chronocritique		Dérangements/pannes TPS (Note 1), séparément pour chaque sous-couche TPS-TC
De ligne, non chronocritique	IB ou VOC	Anomalies de sous-couche PMD et PMS-TC
De trajet, non chronocritique	IB ou eoc (Note 1)	Anomalies TPS, séparément pour chaque sous-couche TPS-TC
De système	IB or eoc (Note 2)	
<i>Paramètres</i>		
De ligne, performance	Néant	Valeur calculée d'après les primitives associées à la ligne ou au trajet qui ont été extraites
De trajet, performance		
De trajet, essais	eoc	Pour certaines sous-couches TPS-TC (Note 3)
De ligne, essais		ATT, marge SNR et autres mesures locales
Autotest		Pour certains blocs VTU ou pour l'ensemble (Note 3)
Identification du bloc VTU		Identification du vendeur, numéro de révision, numéro de série
Paramètres des modules de service		Privé (paramètres de performance des modules de service, d'essai ou autres paramètres)
<i>Configuration</i>		
Paramètres de ligne	VOC ou eoc	Verrouillage de trames, profondeur d'entrelacement, etc.
Paramètres de trajet	eoc	Concernant la sous-couche TPS-TC appliquée
Paramètres de système	eoc	Privés, concernant les modules de service appliqués
<i>Maintenance</i>		
Commande d'état de bloc VTU	eoc	Maintien de l'état et retour à l'état normal
Activation		A étudier: un autotest complet des VTU et des autotests secondaires sur blocs VTU spécifiques.
Activation du bouclage		Dans les couches TPS-TC et d'application.
Supervision de la surveillance de performance		Demande d'essai de corruption de FEC, notification d'essai de corruption de FEC
<p>NOTE 1 – Les bits IB sont nécessaires pour surveiller les primitives qui détruisent le trajet (par exemple, une perte de cadrage de cellules ATM ou une perte de cadrage de trame STM). Les anomalies dans tel ou tel trajet sont surveillées par la fonction correspondante de gestion TPS-TC puis signalées à l'autre côté par les voies normales du protocole de transport applicable, IB ou VOC.</p> <p>NOTE 2 – Le canal eoc est préférable pour les primitives associées au système.</p> <p>NOTE 3 – Les paramètres de trajet, d'essais et d'autotest feront l'objet d'un complément d'étude.</p>		

8.3 Fonctions et description du canal d'exploitation incorporé (eoc)

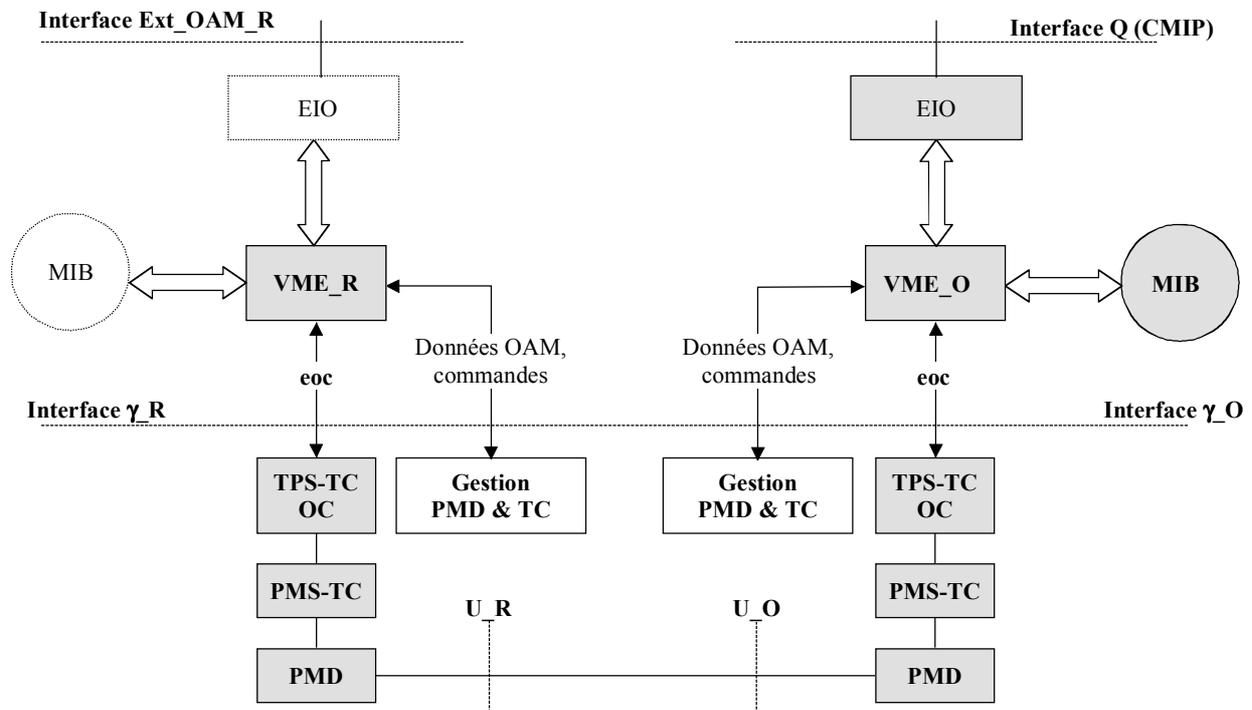
Le canal d'exploitation incorporé (eoc) est destiné à échanger les données de gestion du système et le trafic de commande entre les blocs VTU-O et VTU-R. Les données transportées sont les primitives relatives au système, les paramètres de performance, les paramètres d'essai, les réglages de configuration et les signaux de maintenance.

Le canal eoc spécifié peut aussi bien fournir des fonctions de gestion "internes" pour prendre en charge l'émetteur-récepteur VDSL que servir de canal de gestion non codé entre les blocs VTU-O et VTU-R.

8.4 Modèle fonctionnel du canal eoc

Le modèle fonctionnel du canal eoc est présenté dans la Figure 8-2. Le trafic eoc entre blocs VTU-O et VTU-R peut être soit interne (issu du bloc VTU-O) soit externe (acheminé par l'interface Q externe). L'entité de gestion de bloc VTU-O (VME_O) multiplexe les trafics internes et externes afin de former, dans le canal eoc un train informationnel qui est formaté et présenté à l'interface γ_O pour envoi en transparence par la liaison VDSL vers l'entité de gestion du bloc VTU-R (VME_R).

La base d'informations de gestion (MIB, *management information base*) contient toutes les informations de gestion relatives à la liaison VDSL. Elle peut être implémentée soit dans le cadre du bloc VTU-O soit en tant que partie commune à partager entre plusieurs blocs VTU-O. Dans le premier cas, l'agent de gestion de réseau (situé à l'extérieur du bloc VTU-O) accède à la base MIB par l'interface Q et doit être pris en charge par l'entité VME_O. Si la base MIB appartient à la partie commune de la terminaison ONU, l'entité VME_O accède (au besoin) à la base MIB par l'interface Q. Dans le bloc VTU-R, la base MIB et la prise en charge de l'interface externe sont facultatives.



T1544780-02

EIO adaptateur d'interface externe
 MIB base d'informations de gestion
 VME entité de gestion VDSL

Figure 8-2/G.993.1 – Modèle fonctionnel du canal eoc

8.4.1 Fonctionnalité d'entité VME

Une entité VME (aussi bien VME_O que VME_R) doit offrir au moins les fonctions de gestion suivantes dans la liaison VDSL:

- gestion de la performance;
- gestion de configuration;

- gestion des dérangements;
- prise en charge de l'interface externe (interface Q) et de l'interface avec la base MIB (obligatoire seulement pour l'entité VME_O).

NOTE 1 – Cette partie de la fonctionnalité d'entité VME est hors du domaine d'application de la présente Recommandation.

L'entité VME remplit des fonctions de gestion à l'extrémité distante au moyen du canal eoc, dont les suivantes:

- prise en charge de liaison VDSL (maintenance et gestion des dérangements);
- surveillance de la performance (en plus ou à la place des bits indicateurs ou de la commande VOC disponibles), y compris mesurages de précision pour la confirmation de la QS;
- gestion de la configuration de la sous-couche TPS-TC et, facultativement, de la sous-couche PMS-TC;
- fonctions associées à l'interface avec l'utilisateur.

NOTE 2 – Cette partie de la fonctionnalité d'entité VME est hors du domaine d'application de la présente Recommandation.

L'entité VME doit également offrir la fonctionnalité suivante, qui concerne le canal eoc:

- prise en charge du protocole de canal eoc à l'interface γ ;
- multiplexage/démultiplexage du trafic eoc interne ou externe.

9 Exigences de performance

9.1 Exigences de performance en termes d'erreur

Le système G.993.1 doit fonctionner avec une marge de bruit d'au moins +6 dB et un BER à long terme inférieur à 1.10^{-7} . Les conditions, les boucles d'essai et les modèles de bruit feront l'objet d'un complément d'étude.

9.2 Exigences relatives à la latence

Les exigences relatives à la latence feront l'objet d'un complément d'étude.

9.3 Exigences d'insensibilité au bruit impulsif

Les systèmes G.993.1 doivent offrir une protection à l'encontre des brouillages dus au bruit impulsif.

Ils doivent par ailleurs offrir au moins deux niveaux de protection, qui doivent être fixés et commandés par le gestionnaire des éléments de gestion de réseau.

Le niveau de protection inférieur est appelé à prendre en charge les services sensibles à la latence comme la voix, tandis que le niveau supérieur est appelé à prendre en charge les services sensibles aux erreurs en rafales comme la vidéo de loisirs.

Dans un canal VDSL à latence élevée, la probabilité d'erreur sur les bits indiquée au § 9.1 ne devrait pas, avec un délai maximal de 20 ms, être dépassée lorsque le trajet est soumis à une rafale de bruit inférieure ou égale à 500 μ s.

En option, il est permis de fonctionner avec un délai maximal inférieur ou égal à 10 ms lorsque la durée de la rafale de bruit appliquée est inférieure ou égale à 250 μ s.

Le modèle de bruit impulsif et la méthode de mesure feront l'objet d'un complément d'étude.

9.4 Exigences en termes de débit et de rayon de raccordement

Les exigences en termes de débit et de rayon de raccordement feront l'objet d'un complément d'étude.

10 Initialisation

10.1 Prise de contact dans le VTU-O

Les procédures détaillées de prise de contact dans le VTU-O sont définies dans la Rec. UIT-T G.994.1. Après mise sous tension, un bloc VTU-O doit entrer dans l'état initial C-SILENT1 de la Rec. UIT-T G.994.1. Il peut ensuite passer à l'état C-TONES sur instruction de l'opérateur du réseau. A partir d'un de ces deux états, le fonctionnement doit s'effectuer conformément aux procédures définies dans la Rec. UIT-T G.994.1.

Si celles-ci sélectionnent le mode de fonctionnement de la Rec. UIT-T G.993.1, le bloc VTU-O doit passer à ce mode dès la fin du fonctionnement selon la Rec. UIT-T G.994.1.

10.1.1 Messages CL

Si un bloc VTU-O souhaite indiquer les capacités de la Rec. UIT-T G.993.1 dans un message CL selon la Rec. UIT-T G.994.1, il doit le faire en mettant à UN au moins un des bits du champ d'informations normales {SPar(1)} de la Rec. UIT-T G.993.1, comme défini dans le Tableau 11/G.994.1. Pour chaque bit {SPar(1)} selon la Rec. UIT-T G.993.1 qui a été mis à UN, un champ correspondant {NPar(2)} doit être également présent (voir § 9.4/G.994.1). Les champs {NPar(2)} du message CL de la Rec. UIT-T G.994.1, correspondant aux bits {SPar(1)}, sont définis dans le Tableau 10-1.

Tableau 10-1/G.993.1 – Définitions des bits du message CL d'un VTU-O

Bit G.994.1	Définition
Opt Usage	Si mis à UN, signifie que le bloc VTU-O peut être configuré afin d'utiliser la bande facultative de 25 à 138 kHz.
OptUp	Si mis à UN, signifie que le bloc VTU-O peut être configuré afin d'utiliser la bande facultative de 25 à 138 kHz pour la transmission amont (VTU-R → VTU-O).
OptDn	Si mis à UN, signifie que le bloc VTU-O peut être configuré afin d'utiliser la bande facultative de 25 à 138 kHz pour la transmission aval (VTU-O → VTU-R).
PSDRed	Si mis à UN, signifie que le bloc VTU-O peut être configuré de façon à réduire la densité PSD dans la région des fréquences au-dessous de 1,104 MHz.

10.1.2 Messages MS

Un bloc VTU-O qui sélectionne le mode de la présente Recommandation dans un message MS selon la Rec. UIT-T G.994.1 doit, à cette fin, régler à UN les bits 993.1 du champ d'informations normales approprié {SPar(1)}, comme défini dans le Tableau 11/G.994.1. Pour chaque bit {SPar(1)} selon la Rec. UIT-T G.993.1 mis à UN, un champ {NPar(2)} correspondant doit également être présent (voir § 9.4/G.994.1). Les champs {NPar(2)} du message MS correspondant au bit {SPar(1)} sont définis dans le Tableau 10-2.

Tableau 10-2/G.993.1 – Définitions des bits du message MS d'un VTU-O

Bit G.994.1	Définition
Opt Usage	Si mis à UN, signifie qu'il y a lieu d'utiliser la bande facultative de 25 à 138 kHz.
OptUp	Si mis à UN, signifie qu'il y a lieu d'utiliser la bande facultative de 25 à 138 kHz pour la transmission amont (VTU-R → VTU-O). Dans un message MS, un seul bit de OptUp et OptDn peut être mis à UN.
OptDn	Si mis à UN, signifie qu'il y a lieu d'utiliser la bande facultative de 25 à 138 kHz pour la transmission aval (VTU-O → VTU-R). Dans un message MS, un seul bit de OptUp et OptDn peut être mis à UN.
PSDRed	Si mis à UN, signifie qu'il y a lieu de réduire la densité PSD dans la région des fréquences au-dessous de 1,104 MHz.

10.2 Prise de contact dans le VTU-R

Les procédures détaillées de prise de contact dans le VTU-R sont définies dans la Rec. UIT-T G.994.1. Après mise sous tension, un bloc VTU-R doit entrer dans l'état initial R-SILENT0 de la Rec. UIT-T G.994.1. Sur commande du contrôleur distant, le VTU-R doit lancer la prise de contact en passant de l'état R-SILENT0 à l'état R-TONES-REQ de la Rec. UIT-T G.994.1. Le fonctionnement doit ensuite s'effectuer conformément aux procédures définies dans la Rec. UIT-T G.994.1.

Si celles-ci sélectionnent le mode de fonctionnement de la Rec. UIT-T G.993.1, le bloc VTU-R doit passer à ce mode dès la fin du fonctionnement selon la Rec. UIT-T G.994.1.

10.2.1 Messages CLR

Si un bloc VTU-R souhaite indiquer les capacités de la Rec. UIT-T G.993.1 dans un message CLR selon la Rec. UIT-T G.994.1, il doit le faire en mettant à UN au moins un des bits du champ d'informations normales {SPar(1)} de la Rec. UIT-T G.993.1, comme défini dans le Tableau 11/G.994.1. Pour chaque bit {SPar(1)} selon la Rec. UIT-T G.993.1 qui a été mis à UN, un champ correspondant {NPar(2)} doit être également présent (voir § 9.4/G.994.1). Les champs {NPar(2)} du message CLR de la Rec. UIT-T G.994.1, correspondant aux bits {SPar(1)}, sont définis dans le Tableau 10-3.

Tableau 10-3/G.993.1 – Définitions des bits du message CLR d'un VTU-R

Bit G.994.1	Définition
Opt Usage	Si mis à UN, signifie que le bloc VTU-R peut être configuré afin d'utiliser la bande facultative de 25 à 138 kHz.
OptUp	Si mis à UN, signifie que le bloc VTU-R peut être configuré afin d'utiliser la bande facultative de 25 à 138 kHz pour la transmission amont (VTU-R → VTU-O).
OptDn	Si mis à UN, signifie que le bloc VTU-R peut être configuré afin d'utiliser la bande facultative de 25 à 138 kHz pour la transmission aval (VTU-O → VTU-R).
PSDRed	Si mis à UN, signifie que le bloc VTU-R peut être configuré de façon à réduire la densité PSD dans la région des fréquences au-dessous de 1,104 MHz.

10.2.2 Messages MS

Un bloc VTU-R qui sélectionne le mode de la Rec. UIT-T G.993.1 dans un message MS selon la Rec. UIT-T G.994.1 doit, à cette fin, régler à UN les bits 993.1 du champ d'informations normales approprié {SPar(1)}, comme défini dans le Tableau 11/G.994.1. Pour chaque bit {SPar(1)} selon la Rec. UIT-T G.993.1 mis à UN, un champ {NPar(2)} correspondant doit également être présent

(voir § 9.4/G.994.1). Les champs {NPar(2)} du message MS correspondant au bit {SPar(1)} sont définis dans le Tableau 10-4.

Tableau 10-4/G.993.1 – Définitions des bits du message MS d'un VTU-R

Bit G.994.1	Définition
Opt Usage	Si mis à UN, signifie qu'il y a lieu d'utiliser la bande facultative de 25 à 138 kHz.
OptUp	Si mis à UN, signifie qu'il y a lieu d'utiliser la bande facultative de 25 à 138 kHz pour la transmission amont (VTU-R → VTU-O). Dans un message MS, un seul bit de OptUp et OptDn peut être mis à UN.
OptDn	Si mis à UN, signifie qu'il y a lieu d'utiliser la bande facultative de 25 à 138 kHz pour la transmission aval (VTU-O → VTU-R). Dans un message MS, un seul bit de OptUp et OptDn peut être mis à UN.
PSDRed	Si mis à UN, signifie qu'il y a lieu de réduire la densité PSD dans la région des fréquences au-dessous de 1,104 MHz.

10.2.3 Messages MP

Un bloc VTU-R qui sélectionne le mode de la Rec. UIT-T G.993.1 dans un message MP selon la Rec. UIT-T G.994.1 doit, à cette fin, régler à UN les bits 993.1 du champ d'informations normales approprié {SPar(1)}, comme défini dans le Tableau 11/G.994.1. Pour chaque bit {SPar(1)} selon la Rec. UIT-T G.993.1 mis à UN, un champ {NPar(2)} correspondant doit également être présent (voir § 9.4/G.994.1). Les champs {NPar(2)} du message MP correspondant au bit {SPar(1)} sont définis dans le Tableau 10-5.

Tableau 10-5/G.993.1 – Définitions des bits du message MP d'un VTU-R

Bit G.994.1	Définition
Opt Usage	Si mis à UN, signifie qu'il y a lieu d'utiliser la bande facultative de 25 à 138 kHz.
OptUp	Si mis à UN, signifie qu'il y a lieu d'utiliser la bande facultative de 25 à 138 kHz pour la transmission amont (VTU-R → VTU-O). Dans un message MP, un seul bit de OptUp et OptDn peut être mis à UN.
OptDn	Si mis à UN, signifie qu'il y a lieu d'utiliser la bande facultative de 25 à 138 kHz pour la transmission aval (VTU-O → VTU-R). Dans un message MP, un seul bit de OptUp et OptDn peut être mis à UN.
PSDRed	Si mis à UN, signifie qu'il y a lieu de réduire la densité PSD dans la région des fréquences au-dessous de 1,104 MHz.

11 Exigences électriques

11.1 Séparateurs de services

11.1.1 Généralités

Un (filtre) séparateur de services est nécessaire aux deux extrémités de la ligne qui transporte les signaux VDSL si les services existants en bande étroite doivent rester insensibles à la présence de signaux VDSL sur la même paire téléphonique. La structure du filtre séparateur est indiquée dans la Figure 11-1. L'accès VDSL se connecte à l'émetteur-récepteur VDSL. L'accès TELE se connecte à la terminaison NT du POTS ou du RNIS-AB. La fonction TELE-LIGNE est celle d'un filtre passe-bas, tandis que la fonction de l'accès VDSL-LIGNE est celle d'un filtre passe-haut. Un isolement exceptionnel est nécessaire entre les accès TELE et VDSL afin d'éviter une interaction indésirable entre le système VDSL et le service utilisé en bande étroite.

Les exigences relatives aux filtres séparateurs visent à garantir le bon fonctionnement du POTS et du RNIS-AB sur les lignes transportant des signaux VDSL. Les exigences relatives au filtre passe-haut dépendent plus de la structure de l'émetteur-récepteur VDSL et peuvent être partiellement combinées à une fonction passe-tout de la branche VDSL.

NOTE – Les implémentations de séparateurs peuvent être soumises par les administrations à des exigences supplémentaires.

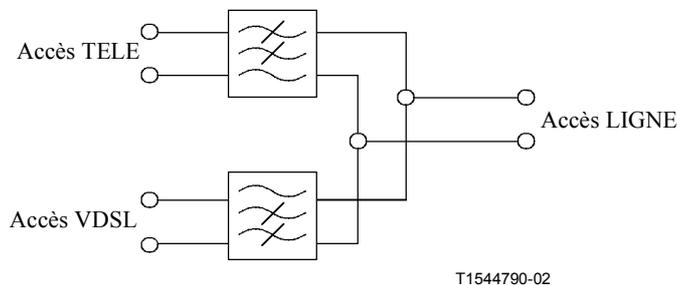


Figure 11-1/G.993.1 – Structure du filtre séparateur VDSL

Le séparateur doit répondre aux exigences avec toutes les valeurs d'impédance d'émetteur-récepteur VDSL qui sont tolérées par son affaiblissement d'adaptation spécifié. Les valeurs d'impédance de référence qui sont associées aux accès TELE et VDSL sont les suivantes:

- accès TELE: Z_M
- accès VDSL: R_V

Les valeurs particulières de Z_M et R_V sont propres à chaque région et spécifiées dans les Annexes D, E et F.

Les exigences électriques de base pour le séparateur sont énumérées dans le Tableau 11-1. Les valeurs des paramètres, ainsi que d'autres exigences spécifiques, sont propres à chaque région et décrites dans les annexes correspondantes (par exemple, Annexes D, E et F).

Tableau 11-1/G.993.1 – Exigences électriques de base pour les filtres séparateurs VDSL

N°	Exigence
1	Affaiblissement d'insertion de l'accès TELE à l'accès LIGNE dans Z_M , et variation de cet affaiblissement d'insertion (ondulation)
2	Affaiblissement d'adaptation de l'accès TELE et de l'accès LIGNE sur Z_M , et variation de cet affaiblissement d'adaptation (ondulation) lorsque l'autre accès est bouclé par Z_M
3	Affaiblissement d'insertion de l'accès LIGNE à l'accès VDSL dans R_V , et variation de cet affaiblissement d'insertion (ondulation)
4	Affaiblissement d'adaptation de l'accès LIGNE et de l'accès VDSL sur R_V , et variation de cet affaiblissement d'adaptation (ondulation) lorsque l'autre accès est bouclé par R_V
5	Isolement d'accès TELE à accès VDSL
6	Affaiblissement en mode commun entre accès TELE et LIGNE
7	Résistance en courant continu de l'accès TELE à l'accès LIGNE

Les exigences du Tableau 11-1 doivent être satisfaites lorsque l'accès, non utilisé pour l'essai d'une exigence spécifique, est bouclé:

- par l'impédance d'adaptation appropriée;
- par une impédance désadaptée en raison de conditions de dérangement possibles à cet accès (par exemple, rupture de ligne, charge résistive typique, charge de sonnerie, etc.).

Annexe A

Plan de bandes A

Le Tableau A.1 définit les fréquences et l'utilisation du plan de bandes A tel qu'illustré dans la Figure A.1.

NOTE – Le plan de bandes A était précédemment appelé Plan 998.

Tableau A.1/G.993.1 – Plan de bandes A

	(MHz)	Sens
f_0-f_1	0,025-0,138	L'usage et le sens sont facultatifs
f_1-f_2	0,138-3,75	Aval
f_2-f_3	3,75-5,2	Amont
f_3-f_4	5,2-8,5	Aval
f_4-f_5	8,5-12	Amont

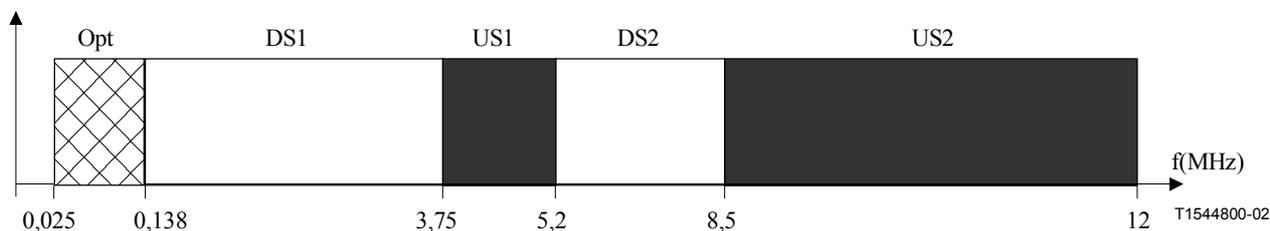


Figure A.1/G.993.1 – Plan de bandes A

Annexe B

Plan de bandes B

Le Tableau B.1 définit les fréquences et l'usage du plan de bandes B tel qu'illustré dans la Figure B.1.

NOTE – Le plan de bandes B était précédemment appelé Plan 997.

Tableau B.1/G.993.1 – Plan de bandes B

	(MHz)	Sens
f_0-f_1	0,025-0,138	L'usage et le sens sont facultatifs
f_1-f_2	0,138-3,0	Aval
f_2-f_3	3,0-5,1	Amont
f_3-f_4	5,1-7,05	Aval
f_4-f_5	7,05-12	Amont

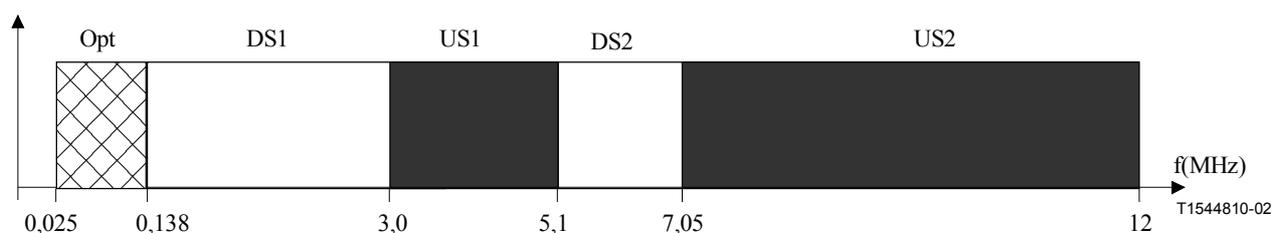


Figure B.1/G.993.1 – Plan de bandes B

Annexe C

Plan de bandes C

NOTE – La présente annexe est destinée à n'être utilisée qu'en Suède.

Le Tableau C.1 définit les fréquences et l'usage du plan de bandes C tel qu'illustré dans la Figure C.1.

Fx est une fréquence variable.

Tableau C.1/G.993.1 – Plan de bandes C

	(MHz)	Sens
f_0-f_1	0,025-0,138	L'usage et le sens sont facultatifs
f_1-f_2	0,138-2,5	Aval
f_2-f_3	2,5-3,75	Amont
f_3-f_4	3,75-Fx	Aval
f_4-f_5	Fx-12	Amont

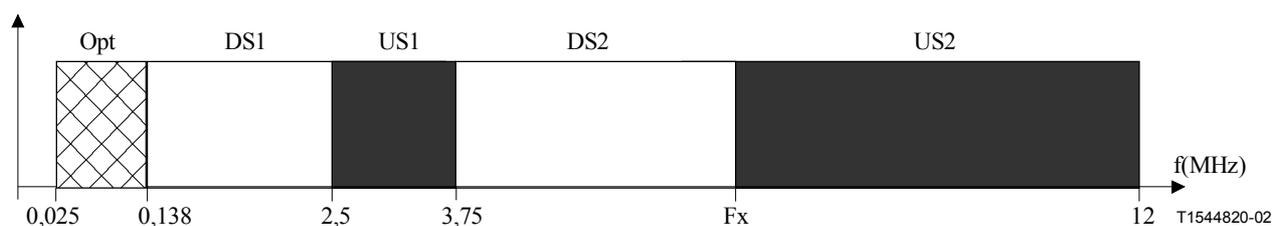


Figure C.1/G.993.1 – Plan de bandes C

Annexe D

Exigences pour la région A (Amérique du Nord)

D.1 Gabarits de puissance PSD

Les gabarits de puissance PSD feront l'objet d'un complément d'étude.

D.2 Séparateurs de services et les caractéristiques électriques

Le séparateur de services et les caractéristiques électriques feront l'objet d'un complément d'étude.

D.3 Plan des bandes

Le plan des bandes A tel que spécifié dans l'Annexe A doit être utilisé.

Annexe E

Exigences pour la région B (Europe)

E.1 Gabarits de puissance PSD

Les gabarits de puissance PSD feront l'objet d'un complément d'étude.

E.2 Séparateurs de services et caractéristiques électriques

Le séparateur de services et les caractéristiques électriques feront l'objet d'un complément d'étude.

Annexe F

Exigences régionales applicables à l'environnement de coexistence avec les lignes DSL du réseau TCM-RNIS, telles que définies dans l'Appendice III/G.961

F.1 Gabarits de puissance PSD

Les gabarits de puissance PSD feront l'objet d'un complément d'étude.

F.2 Séparateurs de services et caractéristiques électriques

Le séparateur de services et les caractéristiques électriques feront l'objet d'un complément d'étude.

Annexe G

Sous-couche de convergence ATM-TC

G.1 Domaine d'application

La présente annexe spécifie une sous-couche de convergence de transmission propre au protocole de transport en mode ATM (ATM-TC) du système VDSL. Elle décrit la transmission d'un service en mode ATM par une liaison VDSL. La présente annexe définit un ensemble minimal d'exigences permettant d'acheminer un service ATM entre la terminaison ONU et les locaux d'abonné distants.

Elle est fondée sur les Rec. UIT-T I.432.x. La spécification de la sous-couche ATM-TC est applicable aux deux côtés: VTU-O et VTU-R.

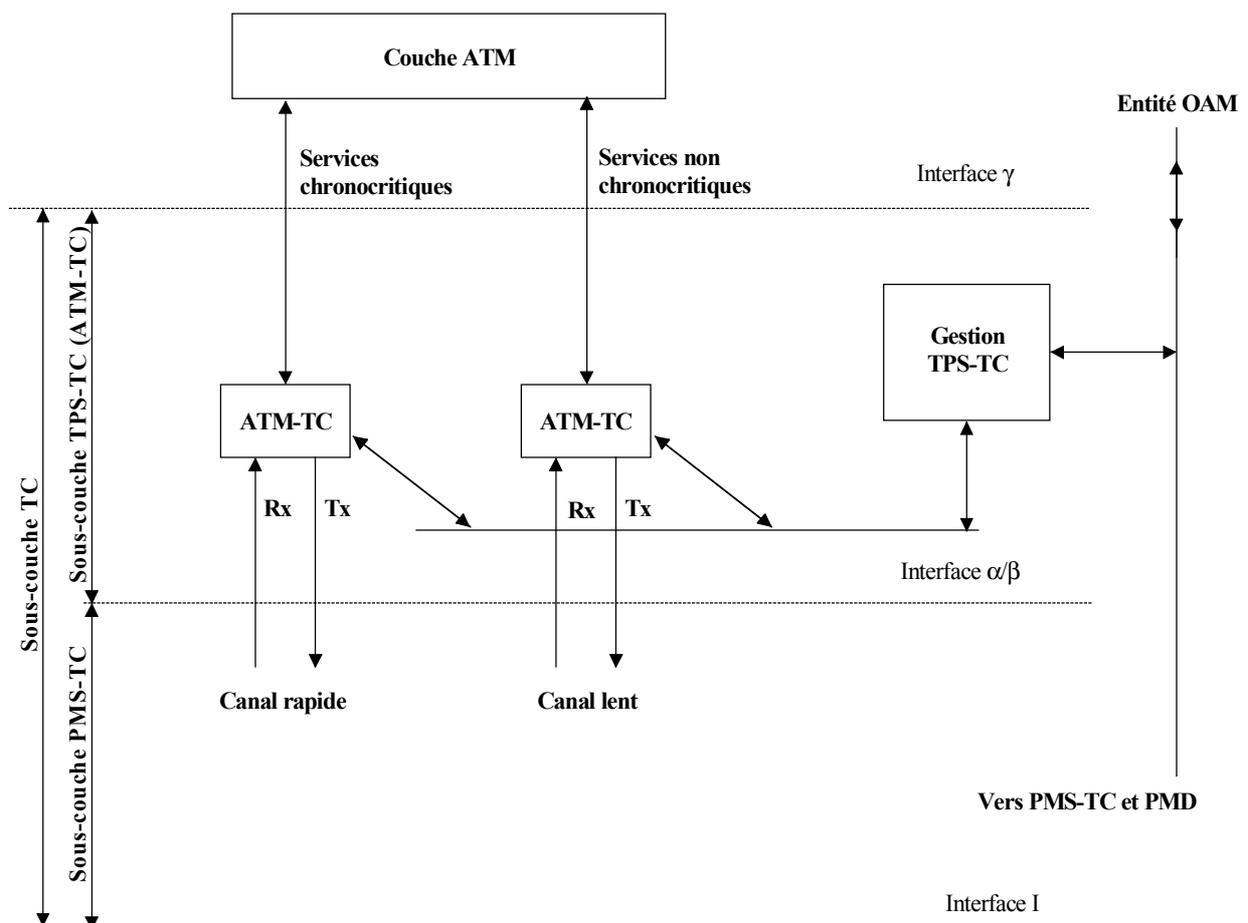
G.2 Modèle de référence pour le transport en mode ATM

La sous-couche TPS-TC du modèle de référence pour le transport en mode ATM est présentée dans la Figure G.1. Ce modèle définit la sous-couche TPS-TC qui est située entre les points de référence α/β et γ/γ_R .

La sous-couche TPS-TC du transport ATM se compose de deux blocs ATM de sous-couche TPS-TC identiques, destinés à prendre en charge la transmission ATM par le canal rapide (applications chronocritiques) et le canal lent (applications non chronocritiques). De ces deux canaux ATM (rapide/lent) seul le canal lent est obligatoire. Le système assure la double latence si les deux canaux, rapide et lent, sont implémentés. Le système assure la latence unique si seul le canal lent est implémenté.

Le bloc OAM de la sous-couche TPS-TC offre toutes les fonctions OAM nécessaires pour prendre en charge les deux blocs ATM de la sous-couche TPS-TC.

L'interface des deux blocs ATM TPS-TC au point de référence γ répond aux exigences d'interface avec la couche ATM (voir § G.4.1). Les deux canaux, rapide et lent, ATM TPS-TC ont un format indépendant de l'application à l'interface α/β (voir § G.4.3).



T1544830-02

NOTE – Dans le bloc VTU-O: Tx = aval, Rx = amont. Dans le bloc VTU-R: Tx = amont et Rx = aval.

Figure G.1/G.993.1 – Modèle de référence de la sous-couche ATM-TC

La référence de rythme du réseau (NTR, *network timing reference*) est un marqueur de rythme de réseau à 8 kHz, qu'il y a lieu de transporter jusqu'au bloc client par le réseau d'accès pour certains services spécifiques. La référence NTR est envoyée à la sous-couche TC du bloc VTU-O par l'interface γ_O puis acheminée jusqu'au bloc VTU-R. La référence NTR est recalée dans la sous-couche PMS_TC du VTU-R et acheminée au bloc client par l'interface γ_R . La méthode de transport de la référence NTR n'a pas encore été déterminée.

G.3 Transport des données ATM

Afin de transporter les données ATM, les deux canaux amont et aval doivent être réglés indépendamment l'un de l'autre sur un des débits configurables, jusqu'à la capacité maximale de débit composite dans un canal, déterminée par la valeur nette du débit binaire physique (dans la sous-couche PMS-TC). Cette valeur est réglée lors de la configuration du système.

La répartition des différentes charges utiles d'utilisateur entre les canaux, rapide ou lent, est incorporée dans le train de données ATM au moyen de différents conduits et/ou voies virtuelles. Afin de répondre aux exigences de base pour le transport des données ATM, un système G.993.1 doit prendre en charge ce transport dans au moins un mode à latence unique (un seul canal aval et un seul canal amont).

La nécessité d'un canal à latence unique ou double pour le transport ATM dépend du type de service (application). Une des trois "classes de latence" suivantes peut être utilisée:

- classe de latence 1: latence unique aussi bien en amont qu'en aval (non nécessairement la même dans chaque sens de transmission) – *obligatoire*;
- classe de latence 2: latence double en aval, latence unique en amont – *facultative*;
- classe de latence 3: latence double aussi bien en amont qu'en aval – *facultative*.

NOTE – Pour les applications à latence unique, le canal lent peut servir à implémenter le canal rapide ainsi qu'à modifier sa profondeur d'entrelacement. L'entrelaceur peut en particulier être désactivé dans le canal lent par réglage à 0 de la profondeur d'entrelacement.

G.4 Sous-couche TC propre au protocole de transport en mode ATM (ATM_TC)

G.4.1 Description de l'interface d'application (point de référence γ)

Le point de référence γ définit les deux interfaces γ_O et γ_R aux sites VTU-O et VTU-R respectivement, comme indiqué sur la Figure G.1. Les deux interfaces γ sont théoriques et identiques. Elles sont définies par les flux de signaux suivants entre la couche ATM et la sous-couche ATM-TC:

- flux de données;
- flux de synchronisation;
- flux de commande;
- flux OAM.

NOTE 1 – Si la latence double est appliquée, l'interface γ contient deux flux de données identiques, de synchronisation et de commande, s'écoulant chacun entre la sous-couche ATM TPS-TC correspondante et la couche ATM.

NOTE 2 – Pour une implémentation avec double latence, le démultiplexage des cellules ATM à destination de la sous-couche ATM-TPS TC appropriée (ou le multiplexage des cellules ATM en provenance de cette sous-couche) (c'est-à-dire des canaux rapide et lent) peut être effectuée dans la couche ATM sur la base de l'identificateur de conduit virtuel (VPI, *virtual path identifier*) et de l'identificateur de connexion virtuelle (VCI, *virtual connection identifier*), contenus l'un et l'autre dans l'en-tête de cellule ATM.

G.4.1.1 Flux de données

Le flux de données se compose de deux trains de cellules de 53 octets chacune (Tx_ATM, Rx_ATM) s'écoulant en sens opposé à des débits indépendants. Les valeurs de débit sont arbitraires au-dessous d'une limite supérieure prédéfinie de capacité de débit composite dans un canal, déterminée par le débit binaire à l'interface α (ou β) La description du signal de flux de données est présentée dans le Tableau G.1.

Le format des cellules ATM est identique dans les deux sens, émission et réception: 52 des 53 octets transportent les données de couche ATM (données d'utilisateur). L'octet numéro 5 est indéfini (destiné à l'insertion du contrôle d'erreur HEC dans la sous-couche de convergence TC).

NOTE 1 – Si les trains de données sont *sériels* par implémentation, le bit MSB de chaque octet est envoyé en premier.

NOTE 2 – Les signaux de flux de données peuvent faire l'objet d'une implémentation d'interface de type UTOPIA [ATMF UTOPIA].

G.4.1.2 Flux de synchronisation

Ce flux assure la synchronisation entre la couche ATM et la sous-couche ATM-TC. Il contient à la fois les signaux de synchronisation de données ATM et le signal de référence NTR.

Le flux de synchronisation contient les signaux suivants, qui sont présentés dans le Tableau G.1:

- les signaux de rythme d'émission et de réception (Tx_Clk, Rx_Clk), activés l'un et l'autre par la couche ATM;
- le marqueur de début de cellule (TxSOC, RxSOC), qui est un signal bidirectionnel destiné à identifier le début de la cellule transportée dans le sens correspondant;
- le fanion de disponibilité de cellule d'émission (TxClAv), activé par la sous-couche ATM TPS-TC et qui indique que cette sous-couche est prête à recevoir un cellule émise par la couche ATM;
- le fanion de disponibilité de cellule de réception (RxClAv), activé par la sous-couche ATM TPS-TC et qui indique que cette sous-couche contient une cellule valide et est prête à la transmettre vers la couche ATM;
- référence de rythme d'émission (TxRef), appliquée seulement à la terminaison VTU-O et provenant de la référence NTR de 8 kHz du réseau;
- référence de rythme de réception (RxRef), qui est une référence NTR de 8 kHz recalée à partir du signal VDSL reçu par la terminaison VTU-R.

NOTE 1 – Les débits Tx_Clk et Rx_Clk sont mis en correspondance avec les débits binaires Tx_ATM et Rx_ATM respectivement.

NOTE 2 – Les signaux de référence NTR sont en sens opposé dans les blocs VTU-O et VTU-R.

NOTE 3 – Les signaux du flux de synchronisation peuvent faire l'objet d'une implémentation d'interface de type UTOPIA [ATMF UTOPIA].

G.4.1.3 Flux de commande

Deux signaux de commande sont utilisés pour établir une connexion multiple dans la sous-couche ATM TPS-TC. Ces deux signaux sont activés par la couche ATM comme suit:

- le signal d'activation d'émission (Enbl_Tx) indique à la sous-couche ATM TPS-TC que la prochaine cellule Tx_ATM émise est valide;
- le signal d'activation de réception (Enbl_Rx) permet à la sous-couche ATM TPS-TC d'émettre une cellule Rx_ATM vers la couche ATM.

NOTE – Les signaux du flux de commande peuvent faire l'objet d'une implémentation d'interface de type UTOPIA [ATMF UTOPIA].

G.4.1.4 Flux OAM

Le flux OAM passant par l'interface γ échange des informations OAM entre l'entité OAM et ses fonctions de gestion de sous-couche TPS-TC associées au mode ATM. Le flux OAM est bidirectionnel.

Les primitives du flux OAM feront l'objet d'un *complément d'étude*.

Tableau G.1/G.993.1 – ATM-TC: résumé des signaux de flux de données, de synchronisation et de commande à l'interface γ

Flux	Signal	Description	Sens	Notes
<i>Signaux d'émission</i>				
Données	<i>Tx_ATM</i>	Cellule d'émission	ATM → ATM-TC	
Sync	<i>Tx_Clk</i>	Rythme d'émission	ATM → ATM-TC	
Sync	<i>TxSOC</i>	Début de la cellule d'émission	ATM → ATM-TC	
Sync	<i>TxCLAv</i>	TPS-TC prête à recevoir une cellule	ATM ← ATM-TC	
Comm.	<i>Enbl_Tx</i>	TPS-TC recherche une cellule entrante	ATM → ATM-TC	
NTR	<i>TxRef</i>	Référence NTR à 8 kHz	VTU-O → ATM-TC	VI_O seul
<i>Signaux de réception</i>				
Données	<i>Rx_ATM</i>	Cellule de réception	ATM ← ATM-TC	
Sync	<i>Rx_Clk</i>	Rythme de réception	ATM → ATM-TC	
Sync	<i>RxSOC</i>	Début de la cellule de réception	ATM ← ATM-TC	
Sync	<i>RxCLAv</i>	TPS-TC prête à émettre une cellule	ATM ← ATM-TC	
Comm.	<i>Enb_Rx</i>	TPS-TC recherche la cellule sortante	ATM → ATM-TC	
NTR	<i>RxRef</i>	Référence NTR à 8 kHz	VTU-R ← ATM-TC	VI-R seul

G.4.2 Fonctionnalité de la sous-couche TPS-TC en mode ATM

Il convient d'appliquer la fonctionnalité TPS-TC en mode ATM aux deux sens de transmission, aval et amont.

NOTE – D'éventuelles modifications de la sous-couche ATM TPS-TC pour prendre en charge les systèmes DPS feront l'objet d'un complément d'étude.

G.4.2.1 Découplage du débit cellulaire

Le découplage du débit cellulaire doit être mis en œuvre par insertion de cellules vides dans le sens d'émission et par la suppression de cellules vides dans le sens de réception (dans la sous-couche ATM TPS-TC distante), comme spécifié dans la Rec. UIT-T I.432.1. Un en-tête de cellules normalisé, également spécifié dans la Rec. UIT-T I.432.1, identifie les cellules vides.

G.4.2.2 Production/vérification de l'octet de contrôle HEC

L'octet de contrôle HEC doit être produit comme décrit dans les Rec. UIT-T I.432.x, y compris l'adjonction (par opérateur OUX) modulo 2 recommandée de la séquence 01010101_2 aux bits de l'octet HEC. La série des coefficients de polynôme générateur à utiliser et la procédure de production de la séquence de contrôle HEC doivent être conformes aux Rec. UIT-T I.432.x.

La séquence HEC doit permettre de détecter une erreur sur plusieurs bits, comme défini dans les Rec. UIT-T I.432.x. La correction d'erreur sur bit unique dans l'en-tête de cellule ne doit pas être effectuée.

G.4.2.3 Brassage et débrassage de charge utile de cellule

Le brassage de la charge utile des cellules émises en mode ATM évite des séquences binaires invariables et continues dans le train de cellules ATM et améliore donc l'efficacité de l'algorithme de cadrage des cellules.

Le brasseur de cellules ATM utilise le polynôme embrouilleur autosynchrone $x^{43} + 1$ et les procédures de brassage définies dans les Rec. I.432.x pour l'émission en mode STM doivent être implémentées. Le processus correspondant de débrassage doit être implémenté dans la sous-couche ATM TPS-TC distante.

G.4.2.4 Cadrage des cellules

La fonction de cadrage des cellules permet d'identifier les frontières des cellules constituant la charge utile. Cette fonction fait appel à une loi de codage utilisant le champ de contrôle d'erreur d'en-tête (HEC, *header error control*) dans l'en-tête de cellule.

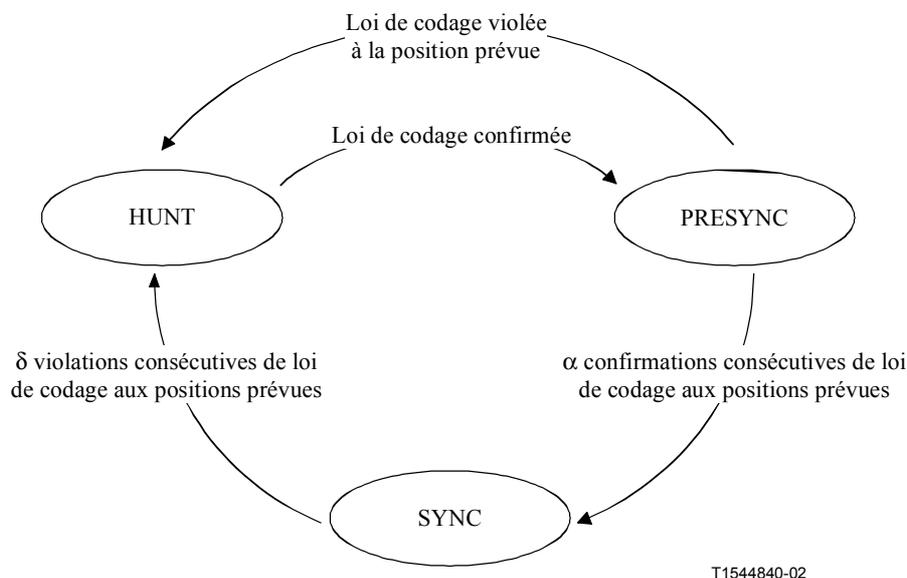


Figure G.2/G.993.1 – Automate à états du cadrage de cellules ATM

L'algorithme de cadrage des cellules doit être conforme aux Rec. UIT-T I.432.x. Il inclut les états et transitions d'état présentés ci-après dans la Figure G.2:

- transition de l'état "Sync" à l'état "Hunt" lorsque la loi de codage HEC est violée α (à déterminer) fois consécutivement;
- transition de l'état "Presync" à l'état "Sync" lorsque la loi de codage HEC est confirmée δ (à déterminer) fois consécutivement.

G.4.3 Interface $\alpha(\beta)$

Les points de référence α et β définissent respectivement les interfaces entre les sous-couches ATM-TC et PMS-TC dans les blocs VTU-O et VTU-R. Ces deux interfaces sont fonctionnelles et indépendantes des applications. Elles doivent être conformes à la définition générique de toutes les sous-couches TPS-TC qui est spécifiée dans le paragraphe 7.

Annexe H

Sous-couche PTM-TC

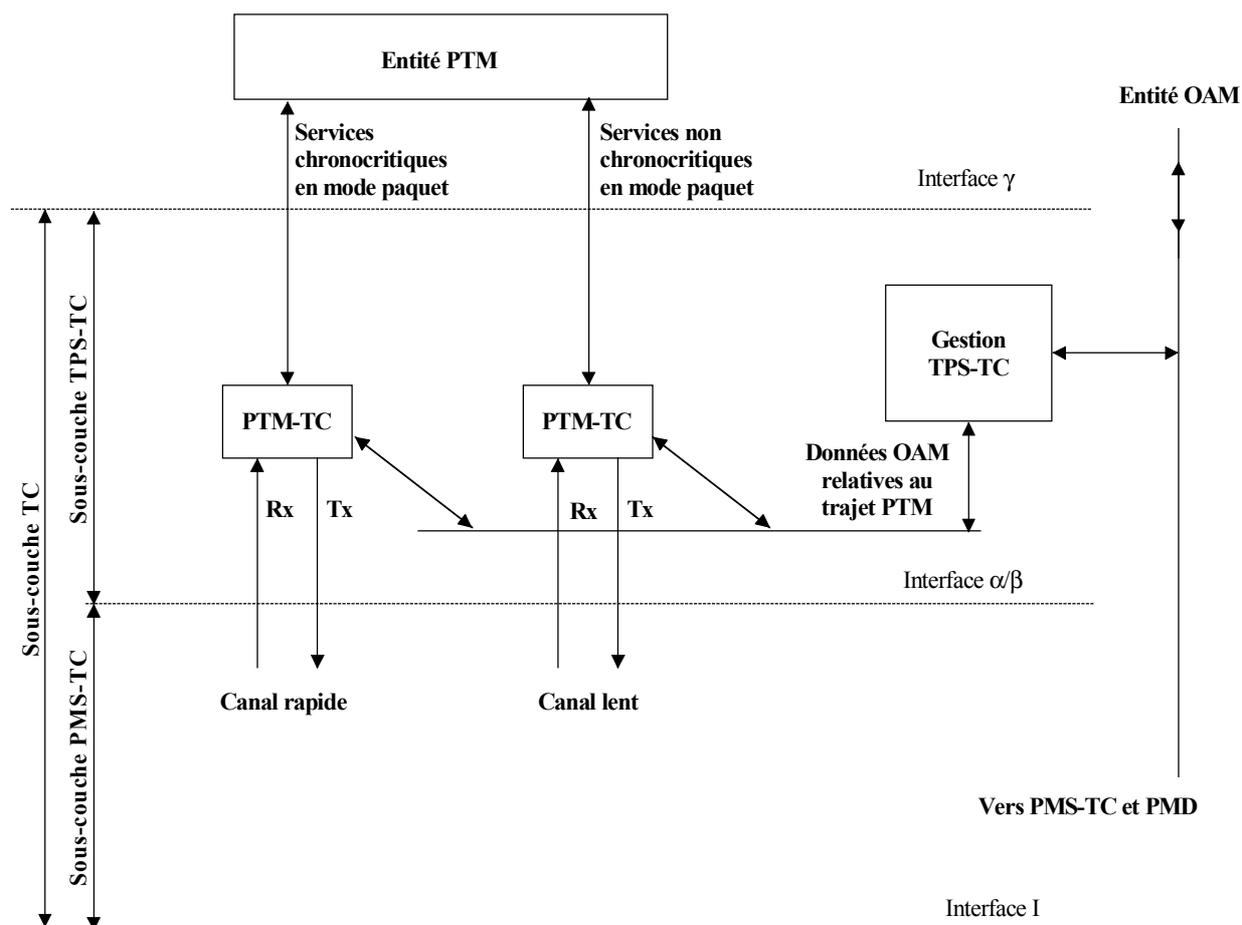
H.1 Transport de données en mode paquet

H.1.1 Modèle fonctionnel

Le modèle fonctionnel du transport de données en mode paquet est présenté dans la Figure H.1. Dans le sens d'émission, l'entité PTM obtient des paquets de données à transporter par ligne VDSL à partir de l'interface applicative. L'entité PTM traite chaque paquet et l'applique à l'interface γ (selon les exigences de latence) du trajet VDSL rapide ou lent qui est destiné au transport de données en mode paquet. La sous-couche TPS-TC (PTM-TC) correspondante reçoit ces paquets de l'interface γ , les verrouille dans une trame spéciale (de type PTM-TC) et insère celle-ci dans la trame (d'émission) de la sous-couche PMS-TC pour transmission sur la liaison VDSL.

Dans le sens de réception, la trame PTM-TC extraite de la trame PMS-TC reçue est insérée dans la sous-couche PTM-TC. Celle-ci rétablit le paquet transporté et le remet à l'entité PTM par l'interface γ .

Les données OAM concernant le trajet PTM, y compris les informations sur les paquets erronés, doivent être présentées à l'entité de gestion de sous-couche TPS-TC fournissant toutes les fonctions OAM nécessaires pour prendre en charge les deux sous-couches PTM-TC.



T1544850-02

Figure H.1/G.993.1 – Modèle fonctionnel du transport en mode PTM

Les interfaces γ des deux sous-couches PTM-TC sont identiques et décrites au § H.3.1. Les interfaces α/β sont indépendantes de l'application et ont donc le même format que pour les autres sous-couches TPS-TC (voir § H.3.1.4).

H.2 Transport de données en mode PTM

Le débit du transport de données en mode PTM peut être réglé indépendamment dans les sens amont et aval, à toute valeur admissible qui est inférieure au débit maximal assigné dans le sens correspondant. Les débits maximaux en amont et en aval sont réglés au cours de la configuration du système pour le transport en mode PTM.

Le transport PTM peut être configuré avec le canal lent ou le canal rapide ou les deux canaux. La sous-couche PTM-TC qui prend en charge ces deux canaux possède les mêmes caractéristiques. La configuration obligatoire pour le transport des paquets doit inclure une seule sous-couche PTM-TC (rapide ou lente). La deuxième sous-couche PTM-TC est facultative.

Si le mode PTM est le seul transport établi sur la ligne VDSL, l'usage du canal lent est la configuration obligatoire pour la latence unique, conformément à l'architecture générique de la sous-couche TPS-TC. La latence requise doit être obtenue par réglage de la profondeur d'entrelacement.

La sous-couche PTM-TC doit assurer un transfert de données entièrement transparent entre les interfaces γ_O et γ_R (à l'exception des erreurs non corrigibles dans la sous-couche PMD en raison du bruit dans le circuit). La sous-couche PTM-TC doit assurer l'intégrité des paquets dans le canal rapide ou dans le canal lent.

H.3 Description des interfaces

H.3.1 Interface γ

Les points de référence γ_O et γ_R définissent des interfaces entre l'entité PTM et la sous-couche PTM-TC dans les blocs VTU-O et VTU-R respectivement, comme indiqué sur la Figure H.1. Ces deux interfaces sont identiques, fonctionnelles et indépendantes du contenu des paquets transportés. Elles sont définies par les flux de signaux suivants entre l'entité PTM et la sous-couche PTM-TC:

- flux de données;
- flux de synchronisation;
- flux de commande;
- flux OAM.

H.3.1.1 Flux de données

Le flux de données comporte deux trains de paquets d'octets en sens opposé: les paquets d'émission (Tx_PTM) et les paquets de réception (Rx_PTM). Les paquets transportés dans un sens ou dans un autre de part et d'autre de l'interface γ peuvent avoir une longueur variable. Les bits contenus dans un octet sont étiquetés de a_1 à a_8 , a_1 étant le bit LSB et a_8 étant le bit MSB. Si l'un des trains de données est émis en série, le premier octet du paquet doit être émis en premier et le bit a_1 de chaque octet doit être émis en premier, comme indiqué dans la Figure H.3. La description du signal de flux de données est présentée dans le Tableau H.1.

Tableau H.1/G.993.1 – PTM-TC: résumé des signaux de flux de données, de synchronisation et de commande à l'interface γ

Flux	Signal	Description	Sens
<i>Signaux d'émission</i>			
Données	<i>Tx_PTm</i>	Données d'émission	PTM → PTM-TC
Commande	<i>Tx_Enbl</i>	Activé par la sous-couche PTM-TC; indique que le mode PTM peut insérer les données dans la sous-couche PTM-TC	PTM ← PTM-TC
Commande	<i>TX_Err</i>	Paquet d'émission erroné (demande d'abandon)	PTM → PTM-TC
Sync	<i>Tx_Avbl</i>	Activé par l'entité PTM si des données sont disponibles pour émission	PTM → PTM-TC
Sync	<i>Tx_Clk</i>	Signal de rythme activé par l'entité PTM	PTM → PTM-TC
Sync	<i>Tx_SoP</i>	Début du paquet d'émission	PTM → PTM-TC
Sync	<i>Tx_EoP</i>	Fin du paquet d'émission	PTM → PTM-TC
<i>Signaux de réception</i>			
Données	<i>Rx_PTm</i>	Données de réception	PTM ← PTM-TC
Commande	<i>Rx_Enbl</i>	Activé par la sous-couche PTM-TC; indique que le mode PTM peut extraire les données de la sous-couche PTM-TC	PTM ← PTM-TC
Commande	<i>RX_Err</i>	Signaux d'erreur reçus, y compris l'erreur FCS, les trames non valides et OK	PTM ← PTM-TC
Sync	<i>Rx_Clk</i>	Signal de rythme activé par l'entité PTM	PTM → PTM-TC
Sync	<i>Rx_SoP</i>	Début du paquet de réception	PTM ← PTM-TC
Sync	<i>Rx_EoP</i>	Fin du paquet de réception	PTM ← PTM-TC

H.3.1.2 Flux de synchronisation

Ce flux assure la synchronisation entre l'entité PTM et la sous-couche PTM-TC. Il contient les données de rythme nécessaires pour assurer l'intégrité des paquets au cours du transport. Le flux de synchronisation se compose des signaux suivants, présentés dans le Tableau H.1:

- signaux de rythme d'émission et de réception (*Tx_Clk*, *Rx_Clk*), activés l'un et l'autre par l'entité de mode PTM;
- signaux de début de paquet (*Tx_SoP*, *Rx_SoP*): activés respectivement par l'entité PTM et par la sous-couche PTM-TC. Ces signaux sont destinés à identifier le début du paquet transporté dans le sens de transmission correspondant;
- signaux de fin de paquet (*Tx_EoP*, *Rx_EoP*): activés respectivement par l'entité PTM et par la sous-couche PTM-TC. Ces signaux sont destinés à identifier la fin du paquet transporté dans le sens de transmission correspondant;
- signaux de disponibilité de paquet d'émission (*Tx_Avbl*): activés par l'entité PTM afin d'indiquer que les données sont prêtes à être transmises dans le sens correspondant.

H.3.1.3 Flux de commande

Les signaux de commande suivants servent à améliorer la robustesse du transport de données entre l'entité PTM et la sous-couche PTM-TC. Ils sont présentés dans le Tableau H.1.

- signaux d'activation (Tx_Enbl, Rx_Enbl): activés par la sous-couche PTM-TC afin d'indiquer que les données peuvent, selon le cas, être envoyées par l'entité PTM à la sous-couche PTM-TC ou être extraites de celle-ci pour envoi à l'entité PTM;
- signal d'erreur d'émission (Tx_Err): activé par l'entité PTM afin d'indiquer que le paquet ou une partie du paquet déjà transporté de l'entité PTM vers la sous-couche PTM-TC est erroné ou indésirable pour l'émission (abandon de paquet émis);
- signal d'erreur de réception (Rx_Err): qui doit être activé par la sous-couche PTM-TC afin d'indiquer qu'un paquet erroné est transporté de la sous-couche PTM-TC à l'entité PTM.

Le traitement des erreurs de paquet est décrit au § H.4.2.

H.3.1.4 Flux OAM

Le flux OAM de part et d'autre de l'interface γ échange des informations OAM entre l'entité OAM et ses fonctions de gestion de sous-couche TPS-TC relatives au mode PTM. Le flux OAM est bidirectionnel.

Les primitives du flux OAM feront l'objet d'un *complément d'étude*.

H.3.2 Interface $\alpha(\beta)$

Les points de référence α et β définissent respectivement des interfaces entre les sous-couches PTM-TC et PMS-TC dans les blocs VTU-O et VTU-R. Ces deux interfaces sont fonctionnelles et indépendantes des applications. Elles doivent être conformes à la définition générique de toutes les sous-couches TPS-TC qui est spécifiée dans le paragraphe 7.

H.4 Fonctionnalité de sous-couche TPS-TC en mode PTM

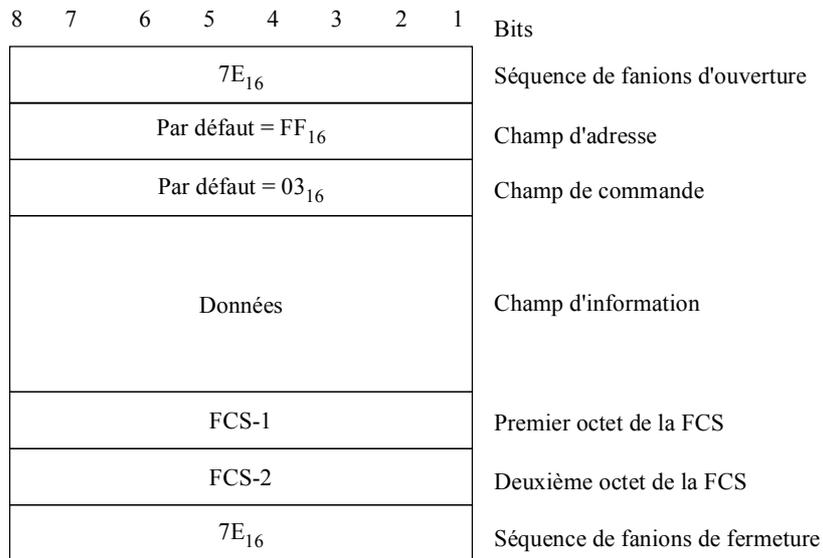
Il convient d'appliquer la fonctionnalité suivante de sous-couche TPS-TC en mode PTM aux deux sens de transmission, aval et amont.

H.4.1 Encapsulation des paquets

Un mécanisme de type HDLC doit être utilisé pour l'encapsulation des paquets avec les caractéristiques détaillées qui sont spécifiées dans les paragraphes suivants.

H.4.1.1 Structure de trame

Le format de trame PTM-TC doit être conforme à la Figure H.2. Les séquences de fanions d'ouverture et de fermeture doivent être réglées à $7E_{16}$. Elles indiquent le début et la fin de la trame. Une seule séquence de fanions est requise entre deux trames consécutives.



T1544860-02

Figure H.2/G.993.1 – Format de trame PTM-TC

Les octets d'adresse et de commande sont destinés aux informations auxiliaires. S'ils ne sont pas utilisés, ils doivent être mis à leur valeur par défaut, respectivement FF_{16} et 03_{16} .

NOTE 1 – Les champs d'adresse et de commande peuvent être utilisés pour différentes fonctions OAM auxiliaires. L'utilisation de ces champs fera l'objet d'un complément d'étude.

Le champ d'information doit être rempli par le paquet de données transporté. Avant l'encapsulation, les octets du paquet de données doivent être numérotés en séquence. Les octets doivent être transmis en ordre numérique croissant.

Les octets de séquence de contrôle de trame (FCS, *frame check sequence*) sont utilisés pour la surveillance d'erreur au niveau des paquets. Ils doivent être réglés comme décrit au H.4.3.

Après encapsulation, les bits contenus dans un octet sont étiquetés de b_1 à b_8 , comme défini dans la Figure H.3. Si l'interface $\alpha(\beta)$ est sérielle par implémentation, le bit b_8 de chaque octet doit être transmis en premier.

NOTE 2 – Conformément à la convention d'étiquetage existante pour l'interface $\alpha(\beta)$, le bit b_8 (MSB) est transmis en premier. La fonctionnalité de sous-couche PTM-TC définit une correspondance entre a_1 et b_8 , a_2 et b_7 , etc., afin de respecter la convention HDLC consistant à transmettre le bit a_1 en premier.

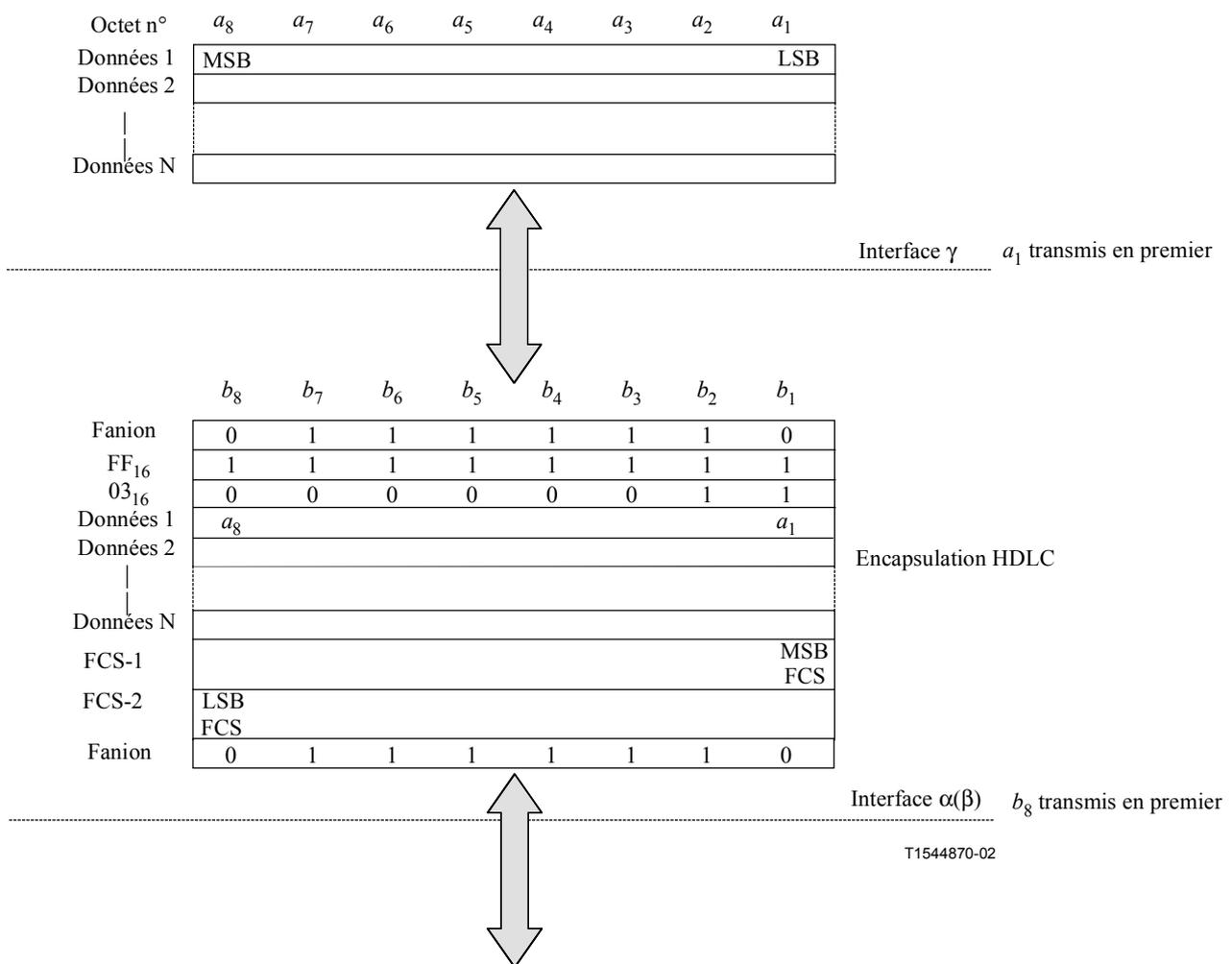


Figure H.3/G.993.1 – Flux de données de sous-couche PTM-TC

H.4.1.2 Transparence au niveau des octets

Afin d'éviter des pannes dues à un défaut de synchronisation des trames, tout octet contenu dans la trame PTM-TC, qui est égal à la valeur hexadécimale $7E_{16}$ (la séquence de fanion) ou $7D_{16}$ (l'échappement de commande) doit faire l'objet d'un échappement comme décrit ci-dessous.

Après calcul de la séquence FCS, l'émetteur examine l'ensemble de la trame, entre les séquences de fanions d'ouverture et de fermeture. Les éventuels octets de données qui sont égaux à la séquence de fanions ou à l'échappement de commande doivent être remplacés par une séquence de deux octets composée de l'octet d'échappement de commande suivi de l'octet original combiné par l'opérateur OUX avec la valeur hexadécimale 20_{16} . En résumé, les substitutions suivantes doivent être faites:

- tout octet de données de valeur $7E_{16}$ – codé par deux octets $7D_{16}, 5E_{16}$;
- tout octet de données de valeur $7D_{16}$ – codé par deux octets $7D_{16}, 5D_{16}$.

A la réception et avant le calcul de la séquence FCS, chaque octet d'échappement de commande doit être supprimé et l'octet suivant doit être combiné par l'opérateur OUX avec la valeur hexadécimale 20_{16} (sauf si l'octet suivant est $7E_{16}$ – fanion indiquant la fin de la trame – et si un abandon s'est donc produit). En résumé, les substitutions suivantes sont faites:

- toute séquence de $7D_{16}, 5E_{16}$ est remplacée par l'octet de données $7E_{16}$;
- toute séquence de $7D_{16}, 5D_{16}$ est remplacée par l'octet de données $7D_{16}$;
- une séquence $7D_{16}, 7E_{16}$ provoque l'abandon de la trame.

NOTE – Etant donné que le bourrage d'octets est utilisé, la trame PTM-TC est garantie posséder un nombre entier d'octets.

H.4.1.3 Séquence de contrôle de trame

La séquence FCS doit être calculée sur tous les bits des champs d'adresse, de commande et d'information de la trame PTM-TC, définie dans l'ISO/CEI 3309, c'est-à-dire qu'elle doit être le complément à un de la somme (modulo 2) des termes suivants:

- le reste de $x^k(x^{15}+x^{14}+x^{13}+x^{12}+x^{11}+x^{10}+x^9+x^8+x^7+x^6+x^5+x^4+x^3+x^2+x+1)$ divisé (modulo 2) par le polynôme générateur $x^{16}+x^{12}+x^5+1$, où k est le nombre de bits existant dans la trame entre, mais non compris, le dernier bit du fanion d'ouverture et le premier bit de la séquence FCS, non compris les octets insérés pour la transparence (H.4.1.2);

et:

- le reste de la division (modulo 2) par le polynôme générateur $x^{16}+x^{12}+x^5+1$, du produit de x^{16} par le contenu de la trame existant entre, mais non compris, le dernier bit du fanion d'ouverture et le premier bit de la séquence FCS, non compris les octets insérés pour la transparence.

La séquence FCS a une longueur de 16 bits (2 octets) et occupe les champs FCS-1 et FCS-2 de la trame PTM-TC. La séquence FCS doit être mappée dans la trame de façon que le bit a_1 (b_8) du champ FCS-1 soit le bit MSB de la séquence FCS calculée, et que le bit a_8 (b_1) du champ FCS-2 soit le bit LSB de la séquence FCS calculée (Figure H.3).

Le registre utilisé pour calculer la séquence FCS dans l'émetteur doit être initialisé à la valeur $FFFF_{16}$.

NOTE – Dans le cadre d'une implémentation typique dans l'émetteur, le contenu initial du registre de l'élément calculateur du reste de la division est pré-réglé à une série de chiffres UN binaires puis est modifié par division par le polynôme générateur, comme décrit ci-dessus, dans le champ d'information. Le complément à un du reste obtenu est transmis comme séquence FCS de 16 bits. Dans le cadre d'une implémentation typique dans le récepteur, le contenu initial du registre de l'élément calculateur du reste de la division est pré-réglé à une série de chiffres UN binaires. Le reste finalement obtenu après multiplication par x^{16} puis division (modulo 2) par le polynôme générateur $x^{16}+x^{12}+x^5+1$ des bits protégés entrant en série après suppression des octets de transparence et de la séquence FCS, sera 0001110100001111_2 (de x^{15} à x^0 , respectivement) en absence d'erreurs de transmission.

H.4.2 Surveillance des erreurs de paquet

La surveillance des erreurs de paquet inclut la détection des trames non valides et erronées du côté réception.

H.4.2.1 Trames non valides

Les conditions suivantes se traduisent par une trame non valide:

- trames inférieures à 4 octets entre fanions sans compter les octets de transparence (séquence de fanions et échappement de commande). Ces trames doivent être ignorées;
- trames contenant un octet d'échappement de commande suivi immédiatement d'un fanion (c'est-à-dire $7D_{16}$ suivi par $7E_{16}$). Ces trames doivent être transmises à l'entité PTM de part et d'autre de l'interface γ ;
- les trames qui contiennent des séquences d'échappement de commande autres que $7D_{16}$, $5E_{16}$ et $7D_{16}$, $5D_{16}$. Ces trames doivent être transmises à l'entité PTM de part et d'autre de l'interface γ .

Toutes les trames non valides ne doivent pas être comptées comme des erreurs de séquence FCS. Dès qu'il détecte une trame non valide, le récepteur doit immédiatement commencer à rechercher le fanion d'ouverture d'une trame subséquente. Un message d'erreur de réception correspondant (Rx_Err – voir § H.3.1.2) doit être envoyé de part et d'autre de l'interface γ à l'entité PTM.

H.4.2.2 Trames erronées

Une trame reçue doit être considérée comme étant erronée (FCS erronée) si le calcul de CRC donne pour cette trame un résultat différent de celui qui est décrit au § H.4.1.3. Les trames erronées doivent être transmises de part et d'autre de l'interface γ . Un message d'erreur de réception correspondant (Rx_Err – voir § H.3.1.2) doit être envoyé à l'entité PTM de part et d'autre de l'interface γ .

H.4.3 Découplage du débit binaire

Le découplage du débit binaire s'effectue par remplissage des intervalles temporels existant entre trames PTM-TC émises, au moyen de séquences de fanions ($7E_{16}$) additionnelles qui doivent être insérées du côté émission entre la séquence de fanions de fermeture de la dernière trame PTM-TC émise et la séquence de fanions d'ouverture suivante de la prochaine trame PTM-TC et qui doivent être ignorées du côté réception, selon le cas.

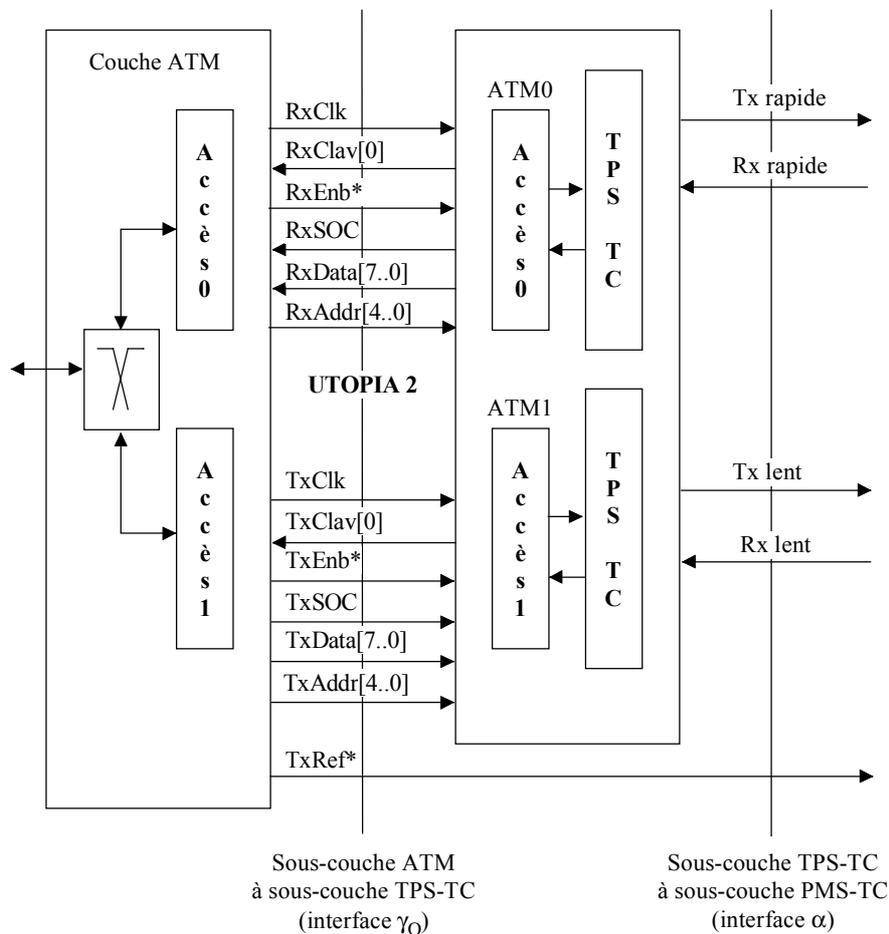
H.4.4 Verrouillage des trames

Les trames PTM-TC doivent être verrouillées par détection des séquences de fanions. Le train entrant est examiné octet par octet afin de rechercher la valeur $7E_{16}$. Deux (au moins) séquences de fanions consécutives constituent une ou plusieurs trames vides, qu'il y a lieu d'ignorer et de ne pas compter comme erreur de séquence FCS.

Appendice I

Implémentation de l'interface ATM-TC de type UTOPIA

Le présent appendice décrit l'implémentation de l'interface entre la sous-couche TPS-TC spécifique du mode ATM et la couche ATM dans le bloc VTU-O à l'interface dite γ_O dans le modèle de référence de la présente Recommandation. Cette implémentation est également applicable au bloc VTU-R.



T1544880-02

Figure I.1/G.993.1 – Implémentation de l'interface d'application ATM-TC de type UTOPIA-2 (dans le bloc VTU-O)

La couche ATM effectue un multiplexage des cellules ATM à destination de l'accès physique approprié (ou le démultiplexage des cellules ATM en provenance de cet accès, c'est-à-dire des canaux rapide et lent sur le trajet de latence) sur la base de l'identificateur de conduit virtuel (VPI, *virtual path identifier*) et de l'identificateur de connexion virtuelle (VCI, *virtual connection identifier*), contenus l'un et l'autre dans l'en-tête de cellule ATM. La configuration du processus de démultiplexage de cellules est effectuée par la gestion de couche ATM.

Une sous-couche ATM TPS-TC distincte est fournie pour chaque trajet de latence. La fonctionnalité ATM-TC est décrite dans l'Annexe G.

Les interfaces logiques d'entrée et de sortie au point de référence γ_0 pour le transport en mode ATM sont fondées sur l'interface UTOPIA de niveau 2 avec prise de contact au niveau des cellules. Cette interface logique, indiquée dans les Tableaux I.1 et I.2, est décrite dans la Figure I.1. Lorsqu'un fanion de commande de débit est activé par le bloc VTU-O (c'est-à-dire lorsque celui-ci est disposé à émettre ou à recevoir une cellule), la couche ATM lance un cycle d'émission ou de réception de cellule (transfert de 53 octets). Le bloc VTU prend en charge le transfert d'une cellule complète dans l'intervalle de 53 cycles d'horloge consécutifs. Les horloges Tx et Rx de l'interface UTOPIA sont pilotées à partir de la couche ATM. Les mêmes interfaces logiques d'entrée et de sortie, fondées sur l'interface UTOPIA de niveau 2, peuvent être utilisées au point de référence γ_R du bloc VTU-R.

Tableau I.1 – Signaux d'interface UTOPIA de niveau 2 en mode ATM pour Tx

Nom du signal	Sens	Description
<i>Interface d'émission</i>		
TxCIk	ATM à PHY	Signal de rythme pour transfert
TxClav[0]	PHY à ATM	Activé afin d'indiquer que la couche PHY possède un espace tampon disponible pour recevoir une cellule en provenance de la couche ATM (désactivé 4 cycles avant la fin du transfert de cellule)
TxEnb*	ATM à PHY	Activé afin d'indiquer que la couche PHY doit échantillonner et accepter les données pendant le cycle d'horloge actuel
TxSOC	ATM à PHY	Identifie la limite de cellule dans les données d'émission
TxData[7..0]	ATM à PHY	Transfert de données par cellules ATM (mode 8 bits)
TxAddr[4..0]	ATM à PHY	Adresse du dispositif PHY afin de sélectionner le dispositif qui sera actif ou interrogé au sujet du statut du signal TxClav
TxRef*	ATM à PHY	Référence de rythme du réseau (signal de rythme à 8 kHz) (seulement à l'interface γ_O)

Tableau I.2 – Signaux d'interface UTOPIA de niveau 2 en mode ATM pour Rx

Nom du signal	Sens	Description
<i>Interface de réception</i>		
RxCIk	ATM à PHY	Signal de rythme pour transfert
RxClav[0]	PHY à ATM	Activé afin d'indiquer à la couche ATM que la couche PHY possède une cellule prête pour transfert à la couche ATM (désactivé à la fin du transfert de cellule)
RxEnb*	ATM à PHY	Activé afin d'indiquer que la couche ATM échantillonnera et acceptera les données pendant le prochain cycle d'horloge
RxSOC	PHY à ATM	Identifie la limite de cellule dans les données RxData
RxData[7..0]	PHY à ATM	Transfert de données par cellules ATM (mode 8 bits)
RxAddr[4..0]	ATM à PHY	Adresse du dispositif PHY afin de sélectionner le dispositif qui sera actif ou interrogé au sujet du statut du signal RxClav
RxRef*	PHY à ATM	Référence de rythme du réseau (8 kHz signal de rythme) (seulement à l'interface γ_R)

L'on pourra trouver de plus amples détails sur l'interface UTOPIA de niveau 2 dans [ATMF UTOPIA].

Appendice II

Bibliographie

- [UIT-T G.995.1] Recommandation UIT-T G.995.1 (2001), *Aperçu général des Recommandations relatives aux lignes d'abonné numérique*.
- [ATMF UTOPIA] ATM Forum Specification af-phy-0039.000, *UTOPIA Level 2*, Version 1.0, juin 1995.

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