



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

G.983.3

(03/2001)

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

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

**Système d'accès optique à large bande avec
capacité de service accrue par attribution de
longueur d'onde**

Recommandation UIT-T G.983.3

(Antérieurement Recommandation du CCITT)

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

CONNEXIONS ET CIRCUITS TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX	G.100–G.199
CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES COMMUNES À TOUS LES SYSTÈMES ANALOGIQUES À COURANTS PORTEURS	G.200–G.299
CARACTÉRISTIQUES INDIVIDUELLES DES SYSTÈMES TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX À COURANTS PORTEURS SUR LIGNES MÉTALLIQUES	G.300–G.399
CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES SYSTÈMES TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX HERTZIENS OU À SATELLITES ET INTERCONNEXION AVEC LES SYSTÈMES SUR LIGNES MÉTALLIQUES	G.400–G.449
COORDINATION DE LA RADIODÉLÉPHONIE ET DE LA TÉLÉPHONIE SUR LIGNES EQUIPEMENTS DE TEST	G.450–G.499 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.983.3

Système d'accès optique à large bande avec capacité de service accrue par attribution de longueur d'onde

Résumé

La présente Recommandation définit de nouvelles attributions de longueur d'onde afin de distribuer simultanément des signaux ATM-PON et des signaux de service additionnels. De nouvelles bandes de fréquences sont mises à la disposition des services additionnels au moyen d'une limitation du spectre optique aval des réseaux ATM-PON actuels, de façon à le réduire à une partie du spectre optique aval initialement spécifié dans UIT-T G.983.1. Ces nouvelles bandes permettent d'offrir des services dans un sens ou dans les deux. L'attribution de longueur d'onde définie dans la présente Recommandation permet de distribuer des services de vidéodiffusion ou de données. Les principales caractéristiques optiques de ces services sont prises en compte. Les spécifications particulières de ces services, comme le format de modulation et le format du signal, etc., sont cependant hors du domaine d'application de la présente Recommandation.

Source

La Recommandation G.983.3 de l'UIT-T, élaborée par la Commission d'études 15 (2001-2004) de l'UIT-T, a été approuvée le 15 mars 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 2001

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

TABLE DES MATIÈRES

		Page
1	Domaine d'application	1
2	Références normatives	1
3	Abréviations	2
4	Définitions	4
5	Architecture du réseau d'accès optique	5
5.1	Architecture du réseau	5
5.1.1	Scénario de raccordement FTTCab/C/B	6
5.1.2	Scénario de raccordement FTTH	6
5.2	Configuration de référence	6
5.2.1	Interface de nœud de service	9
5.2.2	Interface au niveau des points de référence S/R et R/S	9
5.3	Blocs fonctionnels	9
5.4	Bloc fonctionnel "unité ONU"	10
5.4.1	Interface avec le réseau de distribution optique	10
5.4.2	Multiplexage	10
5.4.3	Point d'accès utilisateur	10
5.4.4	Alimentation de l'unité ONU	11
5.5	Bloc fonctionnel "terminaison de ligne optique"	11
5.6	Bloc fonctionnel "réseau de distribution optique"	12
6	Services	12
7	Interface utilisateur-réseau et interface de nœud de service	12
8	Prescriptions concernant le réseau optique	13
8.1	Structure en couches du réseau optique	13
8.2	Prescriptions de la couche dépendante du support physique pour l'attribution de longueur d'onde	13
8.3	Prescriptions de la couche dépendante du support physique pour le réseau ATM-PON	15
8.3.1	Débit nominal du signal numérique	15
8.3.2	Support physique et méthode de transmission	21
8.3.3	Débit	21
8.3.4	Code en ligne	21
8.3.5	Longueur d'onde de fonctionnement	21
8.3.6	Emetteur au niveau des interfaces O_{ld} et O_{ru}	21
8.3.7	Chemin optique entre les interfaces O_{ld}/O_{ru} et O_{rd}/O_{lu}	22
8.3.8	Récepteur au niveau des interfaces O_{rd} et O_{lu}	23

	Page
8.4 Prescriptions de la couche dépendante du support physique pour la bande d'amélioration.....	23
9 Fonctionnalités d'exploitation, d'administration et de maintenance (OAM)	23
10 Performances	23
11 Conditions d'environnement	24
12 Sécurité	24
Appendice I – Exemples de paramètres d'interface optique pour le réseau ODN	25
I.1 Introduction.....	25
I.2 Exemples.....	25
Appendice II – Scénarios de déploiement.....	26
II.1 Introduction.....	26
II.2 Exemples de configuration	26
II.2.1 Cas 1: Réception de la bande de base seulement.....	26
II.2.2 Cas 2: Réception des signaux de bande de base et de bande d'amélioration par des unités ONU distinctes	27
II.2.3 Cas 3: Réception de signaux de bande de base et de bande d'amélioration par des unités ONU intégrées	28
II.2.4 Cas 4: Arrangement des fonctions WDM de façon à minimiser l'affaiblissement sur le chemin optique amont	29
II.2.5 Cas 5: Réseaux ODN avec étendue d'affaiblissement réduite pour la bande d'amélioration	30
II.2.6 Exemple d'un cas d'insuffisance de bilan d'affaiblissement entre E-ONU et E-OLT.....	30
Appendice III – Découplage entre bande de base et bande d'amélioration	31
III.1 Introduction.....	31
III.2 Exemple de découplage requis dans le récepteur en bande de base par rapport au signal en bande d'amélioration.....	33
III.2.1 Services vidéo.....	33
III.2.2 Services WDMN.....	36
III.3 Exemple de classes de découplage	38
III.4 Exemples de déploiement	39
III.4.1 Modèle à étudier	39
III.4.2 En cas de QAM-64	41
III.4.3 Caractéristiques du filtre.....	43
Appendice IV – Effet du facteur d'adaptation optique du réseau ODN.....	44
IV.1 Introduction.....	44

	Page
IV.2 Effet de l'affaiblissement d'adaptation optique dans la bande de base du réseau ODN.....	45
IV.2.1 Modèle de facteur de réflexion énergétique à étudier	45
IV.2.2 Influence du facteur de réflexion énergétique injecté dans le récepteur ONU.....	46
IV.2.3 Influence du facteur de réflexion énergétique injecté dans le récepteur OLT (dans la région du signal).....	47
IV.2.4 Influence du facteur de réflexion énergétique injecté dans le récepteur OLT (dans la région d'absence de signal).....	49
IV.2.5 Résumé des effets de l'affaiblissement d'adaptation optique dans la bande de base d'un réseau ODN.....	49
IV.3 Influence du facteur de réflexion énergétique de la bande d'amélioration à la bande de base.....	51
IV.3.1 Influence du facteur de réflexion énergétique injecté dans le récepteur OLT en provenance de la bande d'amélioration	51
Appendice V – Paramètres optiques des points de référence (c) et (e) avec deux exemples de déploiement.....	54
V.1 Introduction.....	54
V.2 Exemples de diagramme du niveau optique	54
V.2.1 Cas 1: Vue des paramètres optiques centrée sur le réseau ODN.....	54
V.2.2 Cas 2: Vue des paramètres optiques centrée sur l'équipement	55

NOTE – La présente Recommandation utilise le terme "unité ONU" pour désigner aussi bien les terminaisons ONT que les unités ONU. Dans la présente Recommandation, toute référence à une unité ONU implique donc également les terminaisons ONT.

Recommandation UIT-T G.983.3

Système d'accès optique à large bande avec capacité de service accrue par attribution de longueur d'onde

1 Domaine d'application

La présente Recommandation décrit quelques fonctions étendues pour le système ATM-PON qui est défini dans UIT-T G.983.1.

La présente Recommandation décrit le système de réseau optique passif à large bande (BPON, *broadband passive optical network*) qui utilise les techniques de multiplexage spectral par répartition en longueur d'onde (WDM, *wavelength division multiplexing*). Ces techniques FDM permettent aux opérateurs de fournir des services additionnels sans perturber le système de réseau ATM-PON de base.

La présente Recommandation définit de nouvelles attributions de longueur d'onde afin de distribuer simultanément des signaux ATM-PON et des signaux de service additionnels. De nouvelles bandes de fréquences sont mises à la disposition des services additionnels au moyen d'une limitation du spectre optique aval des réseaux ATM-PON actuels, de façon à le réduire à une partie du spectre optique aval initialement spécifié dans UIT-T G.983.1. Ces nouvelles bandes permettent d'offrir des services dans un sens ou dans les deux. L'attribution de longueur d'onde définie dans la présente Recommandation permet de distribuer des services de vidéodiffusion ou de données. Les principales caractéristiques optiques de ces services sont prises en compte. Les spécifications particulières de ces services, comme le format de modulation et le format du signal, etc., sont cependant hors du domaine d'application de la présente Recommandation.

La présente Recommandation définit de nouveaux points de référence et de nouveaux paramètres d'interface optique en raison des nouvelles fonctions de multiplexage WDM ou de combinaison/division de puissance optique nécessaires dans les terminaisons OLT ou dans des sites d'unité ONU.

Les points de référence et le réseau optique d'accès (OAN, *optical access network*) décrits dans la présente Recommandation resteront cependant compatibles avec UIT-T G.982 et G.983.1 existantes.

La présente Recommandation définit également les nouvelles conditions climatiques requises pour l'équipement ONU. Ces conditions sont prescrites pour les applications du système ATM-PON en installations extérieures.

La présente Recommandation décrit les principales différences avec UIT-T G.983.1. Les paragraphes qui spécifient la couche TC ne sont pas inclus dans cette Recommandation parce qu'ils ne relèvent pas des améliorations FDM. Les spécifications de la couche TC sont indiquées par d'autres Recommandations, comme UIT-T G.983.1.

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. Les références citées dans UIT-T G.983.1 s'appliquent également à la présente Recommandation mais sans y être reproduites afin d'éviter les redondances.

- [1] UIT-T G.692 (1998), *Interfaces optiques pour systèmes multicanaux avec amplificateurs optiques*.
- [2] UIT-T G.983.1 (1998), *Systèmes d'accès optique à large bande basés sur un réseau optique passif, plus Corrigendum 1* (1999).
- [3] UIT-T G.983.2 (2000), *Spécification de l'interface de gestion et de commande de terminaison de réseau optique pour réseau optique passif ATM*.
- [4] UIT-T G.959.1 (2001), *Interfaces de la couche physique du réseau optique de transport*.

3 Abréviations

La présente Recommandation utilise les abréviations suivantes:

AF	fonction d'adaptation (<i>adaptation function</i>)
AM-VSB	modulation d'amplitude-bande latérale résiduelle (<i>amplitude modulation-vestigial side band</i>)
APS	commutateur de protection automatique (<i>automatic protection switching</i>)
ATM	mode de transfert asynchrone (<i>asynchronous transfer mode</i>)
BER	taux d'erreurs sur les bits (<i>bit error ratio</i>)
BIP	parité à entrelacement de bits (<i>bit interleaved parity</i>)
BPON	réseau optique passif à large bande (<i>broadband passive optical networks</i>)
CEI	Commission électrotechnique internationale
CID	chiffre consécutif identique (<i>consecutive identical digit</i>)
CNR	rapport porteuse sur bruit (<i>carrier to noise ratio</i>)
CPE	erreur de phase de cellule (<i>cell phase error</i>)
CRC	contrôle de redondance cyclique (<i>cyclic redundancy check</i>)
DSL	ligne d'abonné numérique (<i>digital subscriber line</i>)
DWDM	WDM numérique (<i>dense wavelength division multiplexing</i>)
E/O	électrique/optique
E-OLT	terminaison de ligne optique dans la bande d'amélioration (<i>enhancement band-optical line termination</i>)
E-ONU	unité de réseau optique dans la bande d'amélioration (<i>enhancement band-optical network unit</i>)
FP-LD	diode laser à effet Fabry-Perot (<i>Fabry-Perot laser diode</i>)
FTTB/C	raccordement par fibre optique jusqu'au bâtiment/jusqu'au trottoir (<i>fibre to the building/curb</i>)
FTTCab	raccordement par fibre optique jusqu'au répartiteur (<i>fibre to the cabinet</i>)
FTTH	raccordement par fibre optique jusqu'au domicile (<i>fibre to the home</i>)
HEC	contrôle d'erreur d'en-tête (<i>header error control</i>)
LAN	réseau local (<i>local area network</i>)
LCD	délimitation avec perte de cellules (<i>loss of cell delineation</i>)
LCF	champ de commande du laser (<i>laser control field</i>)

LSB	bit de plus faible poids (<i>least significant bit</i>)
LT	terminal de ligne (<i>line terminal</i>)
MAC	commande d'accès au support (<i>media access control</i>)
MLM	mode longitudinal multiple (<i>multi-longitudinal mode</i>)
MSB	bit de plus fort poids (<i>most significant bit</i>)
NRZ	avec non-retour à zéro (<i>non return to zero</i>)
NT	terminaison de réseau (<i>network termination</i>)
O/E	optique/électrique
OAM	exploitation, administration et maintenance (<i>operation, administration and maintenance</i>)
OAN	réseau d'accès optique (<i>optical access network</i>)
ODF	répartiteur optique (<i>optical distribution frame</i>)
ODN	réseau de distribution optique (<i>optical distribution network</i>)
OLT	terminaison de ligne optique (<i>optical line termination</i>)
ONT	terminaison de réseau optique (<i>optical network termination</i>)
ONU	unité de réseau optique (<i>optical network unit</i>)
OpS	système d'exploitation (<i>operations system</i>)
ORL	affaiblissement d'adaptation optique (<i>optical return loss</i>)
PLOAM	exploitation, administration et maintenance de la couche Physique (<i>physical layer OAM</i>)
PON	réseau optique passif (<i>passive optical network</i>)
PRBS	séquence binaire pseudo-aléatoire (<i>pseudo-random bit sequence</i>)
PST	trace de section PON (<i>PON section trace</i>)
QAM	modulation d'amplitude (à porteuses) en quadrature (<i>quadrature amplitude modulation</i>)
QPSK	modulation par quadrature de phase (<i>quadrature phase shift keying</i>)
QS	qualité de service
RAU	unité de demande d'accès (<i>request access unit</i>)
RIN	bruit d'intensité relative (<i>relative intensity noise</i>)
RMS	écart quadratique moyen (<i>root mean square</i>)
RNIS	réseau numérique à intégration de services
RNIS-LB	réseau numérique à intégration de services à large bande
RTPC	réseau téléphonique public commuté
RXCF	champ de commande de récepteur (<i>receiver control field</i>)
SCM	multiplexage de sous-porteuse (<i>sub-carrier multiplexing</i>)
SDH	hiérarchie numérique synchrone (<i>synchronous digital hierarchy</i>)
SLM	mode longitudinal unique (<i>single-longitudinal mode</i>)
SN	numéro de série (<i>serial number</i>)

SNI	interface de nœud de service (<i>service node interface</i>)
TC	convergence de transmission (<i>transmission convergence</i>)
TDMA	accès multiple par répartition dans le temps (<i>time division multiple access</i>)
UI	intervalle unitaire (<i>unit interval</i>)
UNI	interface utilisateur-réseau (<i>user network interface</i>)
UPC	commande de paramètre d'utilisation (<i>usage parameter control</i>)
VC	canal virtuel (<i>virtual canal</i>)
VP	conduit virtuel (<i>virtual path</i>)
VPI	identificateur de conduit virtuel (<i>virtual path identifier</i>)
WDM	multiplexage par répartition en longueur d'onde (<i>wavelength division multiplexing</i>)
WF1	fonctions 1 de multiplexage par répartition en longueur d'onde et/ou de combinaison optique (<i>wavelength division multiplexing and /or optical combining functions 1</i>)
WF2	fonctions 2 de multiplexage par répartition en longueur d'onde et/ou de division optique (<i>wavelength division multiplexing and /or optical splitting functions 2</i>)

4 Définitions

La présente Recommandation définit les termes suivants:

4.1 fonctionnement diplex: communication dans les deux sens utilisant une longueur d'onde différente pour chacun des sens de transmission sur une fibre optique unique.

4.2 fonctionnement duplex: communication dans les deux sens utilisant la même longueur d'onde pour les deux sens de transmission sur une fibre optique unique.

4.3 portée logique: distance maximale pouvant être atteinte pour un système de transmission donné indépendamment du bilan optique.

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

4.5 réseau de distribution optique (ODN, *optical distribution network*): moyen de transmission optique de la terminaison OLT vers les utilisateurs et en sens inverse. Ce réseau utilise des composants optiques passifs.

4.6 terminaison de ligne optique (OLT, *optical line termination*): interface entre le réseau OAN et un ou plusieurs réseaux ODN.

4.7 terminaison de réseau optique (ONT, *optical network termination*): unité ONU utilisée pour le raccordement FTTH et contenant la fonction de point d'accès utilisateur.

4.8 unité de réseau optique (ONU, *optical network unit*): interface (locale ou distante) entre le réseau OAN et un réseau ODN d'utilisateur.

4.9 fonction de point d'accès utilisateur (UPF, *user port function*): fonction qui adapte les prescriptions spécifiques d'interface UNI aux fonctions de noyau et de gestion. Le réseau d'accès peut prendre en charge un certain nombre d'accès et d'interfaces usager-réseau qui nécessitent des fonctions particulières compte tenu de la spécification d'interface pertinente et des prescriptions de capacité du support d'accès, c'est-à-dire les supports pour le transfert d'informations et les protocoles.

- 4.10 vérification:** fonction qui permet de contrôler si l'identité de l'unité ONU connectée n'est pas usurpée par un utilisateur malveillant car il est possible qu'un utilisateur malveillant usurpe l'identité d'une autre unité ONU et utilise le réseau en sachant que cette unité ONU n'est pas en service.
- 4.11 multiplexage par répartition en longueur d'onde (WDM, *wavelength division multiplexing*):** multiplexage dans les deux sens utilisant des longueurs d'onde optiques différentes pour les signaux amont et aval.
- 4.12 bande de base:** région spectrale attribuée aux capacités aval d'un réseau ATM-PON.
- 4.13 bande d'extension:** zone spectrale attribuée à de nouvelles capacités de service additionnel, comportant au moins des services vidéo et des services à WDM numérique (DWDN).
- 4.14 bande future:** région spectrale réservée pour utilisation future.
- 4.15 E-OLT:** terminaison OLT qui offre des capacités de service additionnel y compris les services vidéo et les services DWDN dans la bande d'amélioration.
- 4.16 E-ONU:** unité ONU qui offre dans la bande d'amélioration des capacités de service additionnel y compris les services vidéo et les services DWDN.
- 4.17 WF1:** fonctions WDM ou de combinaison/division optique qui divisent/combinent des longueurs d'onde ou des faisceaux optiques pour le service de transport ATM-PON et pour des services additionnels. Ce groupe fonctionnel est situé entre le réseau ODN et la terminaison OLT.
- 4.18 WF2:** fonctions WDM ou de combinaison/division optique qui divisent/combinent des longueurs d'onde ou des faisceaux optiques pour le service de transport ATM-PON et pour des services additionnels. Ce groupe fonctionnel est situé entre le réseau ODN et l'unité ONU.
- 4.19 WDM-L:** fonction WDM située du côté terminaison OLT qui sépare/combine la région 1,3 μm et la région 1,5 μm .
- 4.20 WDM-N:** fonction WDM située du côté unité ONU qui sépare/combine la région 1,3 μm et la région 1,5 μm .
- 4.21 réseaux optiques passifs à large bande (BPON, *broadband passive optical network*):** les BPON sont des systèmes de transmission optique à large bande de point à multipoint. Ils peuvent transporter en transparence tout type de données, par exemple des données vocales, vidéo, IP, etc. Un réseau BPON est en mesure de transporter des données quel que soit le type de trame de liaison de données (c'est-à-dire non seulement le mode ATM d'origine mais aussi les trames Ethernet de liaison de données à haut niveau (HDL), etc.).

5 Architecture du réseau d'accès optique

5.1 Architecture du réseau

La section optique d'un système de réseau d'accès local peut avoir une architecture active de point à point ou une architecture passive de point à multipoint. La Figure 1 présente les architectures considérées, pouvant fournir un raccordement par fibre optique jusqu'au domicile (FTTH, *fibre to the home*), un raccordement par fibre optique jusqu'à l'immeuble ou jusqu'au trottoir (FTTB/C, *fibre to the building/curb*) ou un raccordement par fibre optique jusqu'au brasseur-répartiteur (FTTCab, *fibre to the cabinet*). Le réseau d'accès optique (OAN, *optical access network*) est présent dans toutes les architectures indiquées dans la Figure 1, de sorte que cette partie commune est susceptible de produire d'importants volumes de trafic mondial. Les options de réseau FTTB/C et FTTCab ne diffèrent surtout qu'en fonction de la réalisation. Elles peuvent donc être traitées de la même façon dans la présente Recommandation.

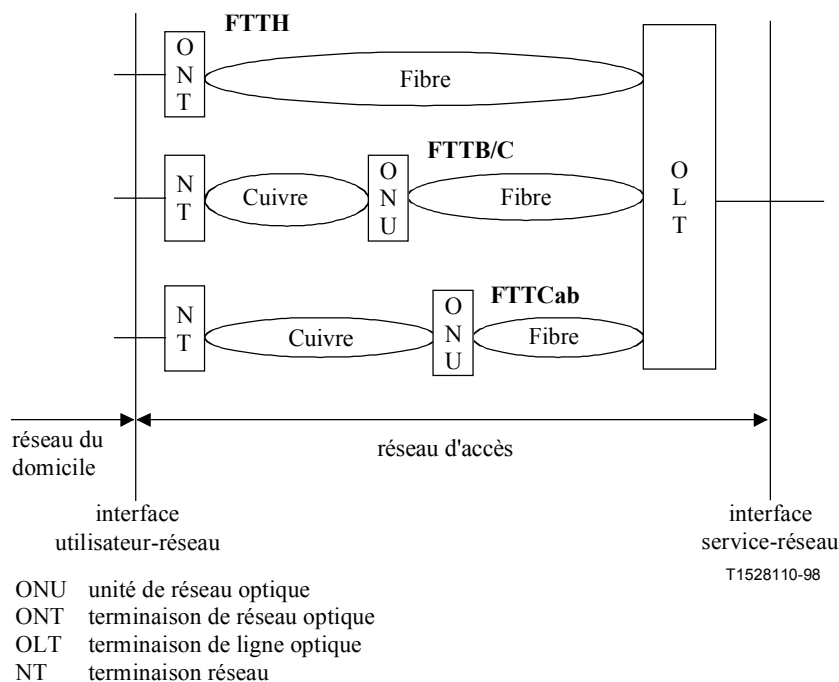


Figure 1/G.983.3 – Architecture du réseau

5.1.1 Scénario de raccordement FTTCab/C/B

Voir § 5.1.1/G.983.1.

5.1.2 Scénario de raccordement FTTH

Les facteurs du service par fibre optique jusqu'au domicile sont les mêmes que dans les scénarios précédents. Ils sont déterminés par ce qui suit:

- des unités ONU installées à l'intérieur des bâtiments peuvent être prises en considération, ce qui conduit à des conditions d'environnement plus favorables;
- aucune modification n'est nécessaire dans les unités ONU intermédiaires pour faire évoluer les capacités du réseau d'accès vers la prise en charge future de services à large bande et multimédia;
- la maintenance est facilitée car elle ne porte que sur des systèmes à fibres optiques, qui sont considérés comme plus fiables que des systèmes hybrides à fibres optiques et à câbles métalliques;
- le raccordement FTTH est un élément moteur dans le développement de technologies optoélectroniques évoluées. La production en plus grand nombre de modules optiques aura un effet accélérateur sur la réduction des coûts.

Si ces facteurs peuvent être pleinement exploités, ils sont susceptibles de compenser un coût par ligne légèrement plus élevé. Le scénario de raccordement FTTH peut, dans ces conditions, être considéré comme économiquement viable, même à court terme.

5.2 Configuration de référence

La Figure 2a présente la configuration de référence générale tirée de UIT-T G.983.1.

La configuration de référence propre à la présente Recommandation est représentée dans la Figure 2b, qui apporte des éclaircissements relatifs à la nouvelle spécification fondée sur l'attribution révisée de longueurs d'onde.

Le réseau ODN offre un ou plusieurs chemins optiques entre une terminaison OLT et une ou plusieurs unités ONU. Chaque chemin optique est défini entre les points de référence S et R à l'intérieur d'une fenêtre donnée de longueur d'onde. Les deux sens de transmission optique dans le réseau ODN sont identifiés comme suit:

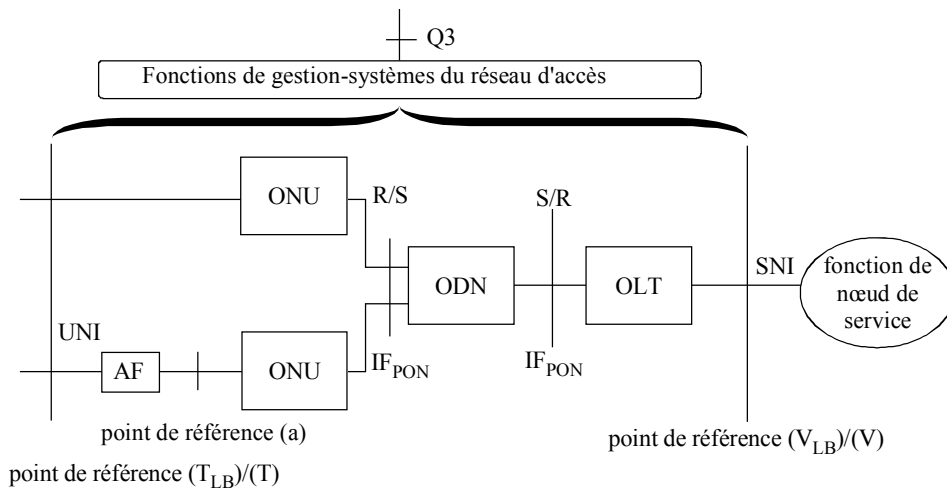
- sens aval pour des signaux qui se propagent de la terminaison OLT vers l'unité (les unités) ONU;
- sens amont pour des signaux qui se propagent de la, ou des unités ONU vers la terminaison OLT.

Le présent paragraphe décrit l'architecture de référence pour la prise en charge de la transmission à large bande par un réseau PON. Ce système se compose d'une terminaison de ligne optique (OLT, *optical line termination*), d'une unité de réseau optique (ONU), de fonctions (WF1 et WF2) de multiplexage par répartition de longueur d'onde ou de combinaison/division optique pour le nouveau plan d'attribution de longueurs d'onde défini dans la présente Recommandation, et d'un câble à fibre optique possédant une configuration de réseau optique passif (PON) utilisant un diviseur optique passif.

Une fibre optique est divisée de manière passive entre des unités ONU multiples qui se partagent la capacité de la fibre optique. Des précautions spéciales doivent être prises pour la protection de la vie privée et la sécurité en raison de cette division passive. Par ailleurs, un protocole TDMA est nécessaire dans le sens amont.

Les fonctions WF1 et WF2 servent à la division/combinaison des longueurs d'onde ou à la division/combinaison de puissance optique pour le service de transport ATM-PON et les services additionnels comme la vidéodiffusion. Ces fonctions peuvent être intégrées dans des éléments constituants optiques externes raccordés à la terminaison OLT et à l'unité ONU, ou être fournies sous la forme de tels éléments. Les fonctions WF1 et WF2 pourraient donc être considérées comme faisant partie de la terminaison OLT et de l'unité ONU. En cas d'intégration dans l'OLT ou l'ONU, les points de référence (c) et (e) de la Figure 2b sont considérés respectivement comme des points de référence internes de la terminaison OLT et de l'unité ONU.

La fonctionnalité requise pour WF1 et WF2 dépendra de la configuration particulière du système, des règlements, de la stratégie de service et des conditions géographiques propres à chaque opérateur de télécommunication. L'Appendice II décrit ces configurations sur la base de scénarios d'opérateur.



ONU unité de réseau optique

ODN réseau de distribution optique

OLT terminaison de ligne optique

AF fonction d'adaptation

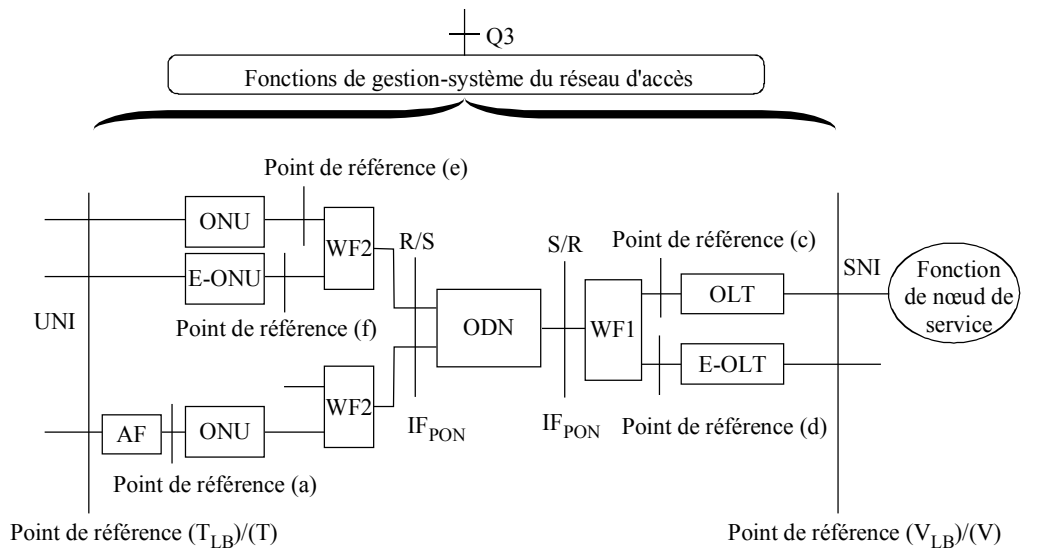
S point de référence sur la fibre optique situé immédiatement derrière le point de connexion optique (c'est-à-dire le connecteur optique ou l'épissure optique) de la terminaison OLT [aval] ou de l'unité ONU [amont].

R point de référence sur la fibre optique situé immédiatement avant le point de connexion optique (c'est-à-dire le connecteur optique ou l'épissure optique) de l'unité ONU [aval] ou de la terminaison OLT [amont].

(a) Point de référence – Ce point de référence a été ajouté pour marquer la séparation entre la fonction AF et l'unité ONU.

T1528120-98

Figure 2a/G.983.3 – Configuration de référence pour un réseau PON en mode ATM



- ONU Unité de réseau optique (qui peut inclure WF2 et/ou E-ONU)
 E-ONU Unité de réseau optique utilisant la bande d'amélioration (et pouvant être intégrée dans l'ONU)
 ODN Réseau de distribution optique
 OLT Terminaison de ligne optique (qui peut inclure WF1 et/ou E-OLT)
 E-OLT Terminaison de ligne optique utilisant la bande d'amélioration (et pouvant être intégrée dans l'OLT)
 AF Fonction d'adaptation
 WF1 Fonction de multiplexage par répartition en longueur d'onde ou de division/combinaison optique du côté OLT
 WF2 Fonction de multiplexage par répartition en longueur d'onde ou de division/combinaison optique du côté ONU
 S Point de référence sur la fibre optique, situé immédiatement après le point de connexion optique (c'est-à-dire le connecteur ou l'épissure optique) OLT[aval]/ONU[amont] en supposant que les fonctions WF1 et WF2 sont incluses respectivement dans la terminaison OLT et dans l'unité ONU.
 R Point de référence sur la fibre optique, situé immédiatement après le point de connexion optique (c'est-à-dire le connecteur ou l'épissure optique) ONU[aval]/OLT[amont] en supposant que les fonctions WF1 et WF2 sont incluses respectivement dans la terminaison OLT et dans l'unité ONU.
 (a) Point de référence ajouté pour différencier la fonction AF de l'unité ONU.
 (b) Lettre intentionnellement inutilisée afin d'éviter une conclusion avec l'indice de large bande.
 (c) Point de référence ajouté pour différencier la fonction WF1 de la terminaison OLT.
 (d) Point de référence ajouté pour différencier la fonction WF1 de la terminaison E-OLT.
 (e) Point de référence ajouté pour différencier la fonction WF2 de l'unité ONU.
 (f) Point de référence ajouté pour différencier la fonction WF2 de l'unité E-ONU.

T1543820-01

Figure 2b/G.983.3 – Configuration de référence pour un réseau PON à large bande

5.2.1 Interface de nœud de service

Voir UIT-T G.902.

5.2.2 Interface au niveau des points de référence S/R et R/S

Cette interface au niveau des points de référence S/R et R/S est appelée interface IF_{PON}. Il s'agit d'une interface spécifique d'un réseau PON qui prend en charge tous les éléments de protocole nécessaires à la transmission entre une terminaison OLT et des unités ONU.

5.3 Blocs fonctionnels

Voir § 5.3/G.983.1.

5.4 Bloc fonctionnel "unité ONU"

L'unité ONU d'un raccordement FTTH, par exemple, est active et effectue un découplage entre le mécanisme de remise au réseau d'accès et la distribution au domicile. L'unité ONU se compose d'une interface avec le réseau ODN, d'un point d'accès utilisateur, d'une transmission, de services, de fonctions de multiplexage (MUX, *multiplexing*) et de démultiplexage d'utilisateur ainsi que d'alimentation en énergie (voir la Figure 3).

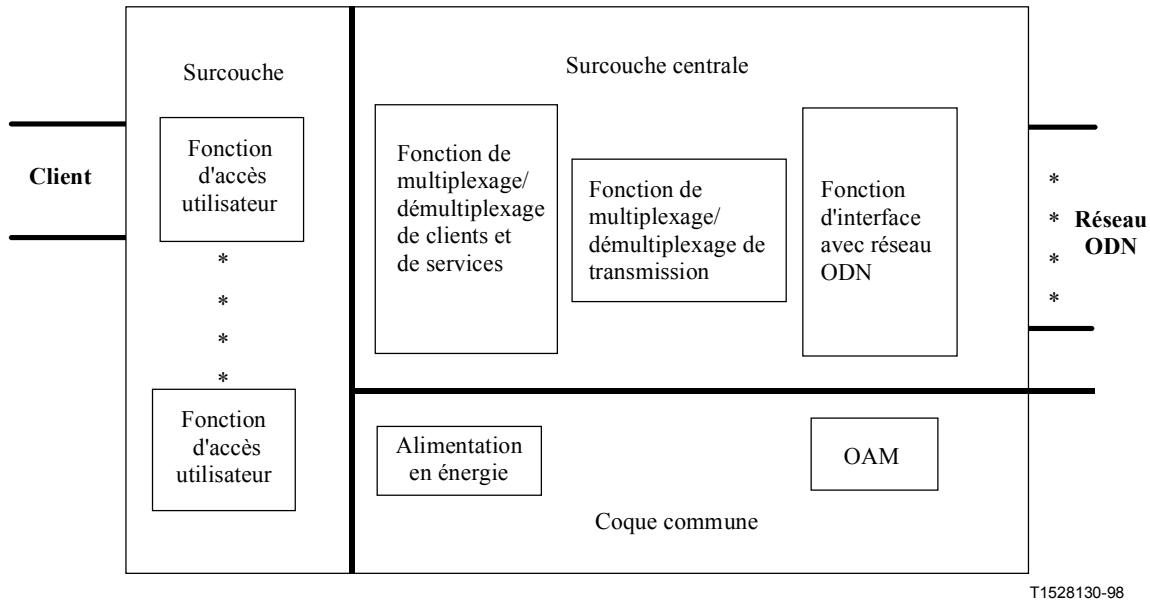


Figure 3/G.983.3 – Exemple de blocs fonctionnels d'unité ONU

5.4.1 Interface avec le réseau de distribution optique

L'interface avec le réseau ODN traite le processus de conversion optoélectronique. Elle extrait les cellules ATM de la charge utile transportée vers l'aval par le réseau PON et insère des cellules ATM dans la charge utile transportée vers l'amont par le réseau PON en utilisant la synchronisation obtenue à partir de la cadence de trame vers l'aval.

L'interface ODN peut commander la division/combinaison de longueurs d'onde désignées ou le diviseur/combineur optique.

5.4.2 Multiplexage

Le multiplexeur (MUX) est utilisé pour multiplexer des interfaces de service vers l'interface avec le réseau ODN. Seules les cellules ATM valides peuvent être traitées par le multiplexeur, de sorte qu'un nombre élevé de conduits virtuels peuvent se partager de manière efficace la largeur de bande allouée vers l'amont.

5.4.3 Point d'accès utilisateur

Le point d'accès utilisateur communique avec un terminal à travers une interface UNI. Le point d'accès utilisateur peut traiter l'insertion des cellules ATM dans la charge utile amont et extraire des cellules ATM de la charge utile aval. Par ailleurs, le point d'accès utilisateur peut servir d'interface entre la terminaison OLT et les clients pour la remise de signaux vidéo ou pour un service additionnel.

5.4.4 Alimentation de l'unité ONU

L'alimentation de l'unité ONU peut dépendre de la réalisation.

5.5 Bloc fonctionnel "terminaison de ligne optique"

La terminaison OLT est connectée aux réseaux commutés par le biais d'interfaces normalisées (VB5.x, V5.x, NNI). Elle présente, du côté distribution, des accès optiques conformes aux prescriptions agréées de débit, de bilan d'énergie, etc.

La terminaison OLT se compose de trois parties: la fonction de point d'accès de service, l'interface ODN et le multiplexeur pour le traitement de conduit virtuel (voir Figure 4). Cette combinaison ne vise pas à exclure la fonction de couche de canal virtuel (VC) de la terminaison OLT. La fonction de canal virtuel appelle une étude ultérieure.

1) *Fonction de point d'accès de service*

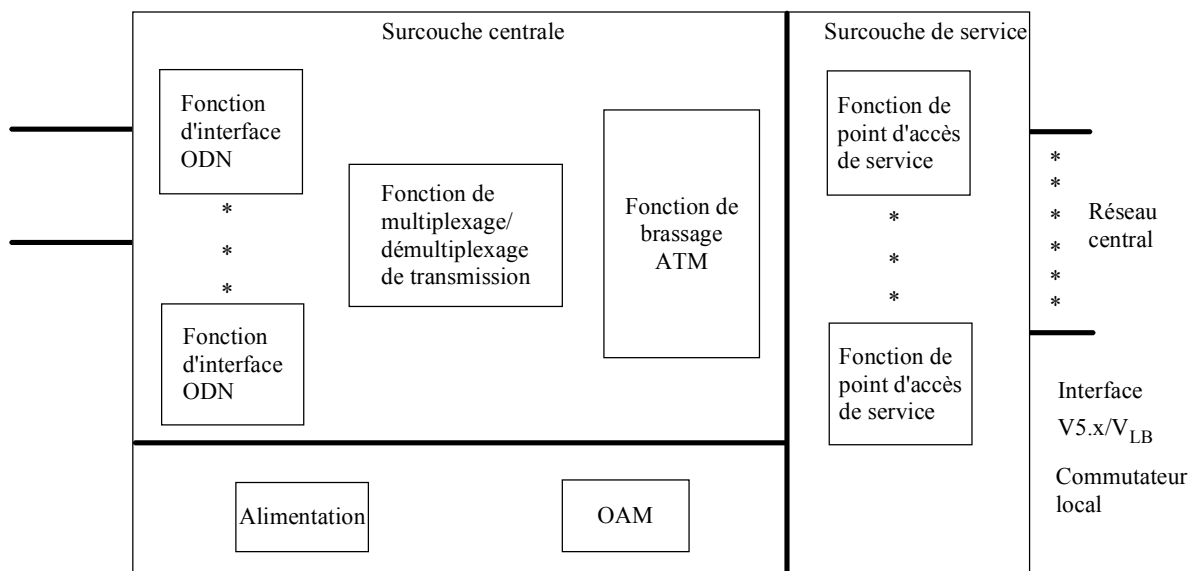
Cette fonction assure l'interface avec les nœuds de service. La fonction de point d'accès de service peut traiter l'insertion des cellules ATM dans la charge utile de la liaison SDH amont et l'extraction des cellules ATM de la charge utile SDH aval. Cette fonction peut être dupliquée, auquel cas la fonction de commutation de protection est nécessaire.

2) *Multiplexeur-démultiplexeur*

Le multiplexeur fournit les connexions de conduit virtuel entre la fonction de point d'accès de service et l'interface ODN; des conduits virtuels différents sont assignés à des services différents au niveau de l'interface IF_{PON}. Diverses informations telles que des contenus principaux, des flux de signalisation ou des flux OAM sont échangées au moyen des canaux virtuels du conduit virtuel.

3) *Interface ODN*

La terminaison de ligne du réseau PON traite le processus de conversion optoélectronique. L'interface ODN traite l'insertion des cellules ATM dans la charge utile du réseau PON vers l'aval et l'extraction des cellules ATM de la charge utile du réseau PON vers l'amont. Par ailleurs, l'interface ODN peut commander la division/combinaison de longueurs d'onde désignées ou le diviseur/combineur optique.



T1528140-98

Figure 4/G.983.3 – Exemple de blocs fonctionnels d'unité OLT

5.6 Bloc fonctionnel "réseau de distribution optique"

Voir § 5.6/G.983.1.

6 Services

Un système d'accès à aussi haut débit est en mesure de prendre en charge, pour les abonnés résidentiels et les clients professionnels, la totalité des services connus actuellement et des services nouveaux en cours de discussion. Il convient de prendre en considération l'indépendance du système de transmission par rapport au service.

Les services couvrent un large domaine de prescriptions réseau telles que le débit, la symétrie ou l'asymétrie et les délais; le domaine d'utilisation des services englobe la distribution vidéo avec divers niveaux d'interactivité, le transfert électronique de données, l'interconnexion de réseaux locaux, les conduits virtuels transparents, etc.

Les services spécifiques devant être fournis peuvent être définis de manière plus ou moins précise selon les opérateurs et dépendent étroitement des conditions de la réglementation du marché de chaque opérateur et du potentiel de marché. La façon dont ces services sont fournis d'une manière efficace du point de vue des coûts dépend des conditions légales, mais également de facteurs tels que l'infrastructure de télécommunications existante, la répartition de l'habitat ou le mélange de clients résidentiels et professionnels.

Il existe toutefois certaines caractéristiques communes qui ont été mises en évidence indépendamment des divers contextes de marché. Elles peuvent être résumées comme suit:

- certains services nécessitent des débits supérieurs à ceux qui sont pris en charge par le RTPC et le RNIS de base. Ces débits sont fournis de préférence par des réseaux à fibres optiques ou des réseaux hybrides utilisant des fibres optiques;
- les besoins de gestion et de largeur de bande augmentent au fur et à mesure de l'évolution des services et de l'introduction de nouveaux services. Il en résulte un besoin de souplesse et de facilité d'évolution pour le réseau d'accès;
- des services additionnels, comme le service de vidéodiffusion superposé dans le réseau ATM-PON, peuvent être fournis correctement au moyen, au besoin, du système WDM. Le choix du type de modulation vidéo aura une incidence sur les prescriptions du système, mais le format de modulation vidéo est hors du domaine d'application de la présente Recommandation.

7 Interface utilisateur-réseau et interface de nœud de service

La localisation des interfaces UNI et SNI est indiquée de manière préliminaire dans la configuration de référence (voir Tableau 1). D'autres types de service, comme la vidéodiffusion, feront l'objet d'un complément d'étude.

Tableau 1/G.983.3 – Interfaces UNI et SNI

Type de service	Norme UNI	Norme SNI
Défini dans UIT-T G.982	UIT-T G.902	UIT-T G.902
– Système vidéonumérique à large bande	UIT-T I.432 IEEE 802.3	UIT-T G.967.1
– Services multimédia		UIT-T G.967.2
– Ligne louée par conduit virtuel		
– Canal virtuel commuté en mode ATM		

8 Prescriptions concernant le réseau optique

8.1 Structure en couches du réseau optique

Voir § 8.1/G.983.1.

8.2 Prescriptions de la couche dépendante du support physique pour l'attribution de longueur d'onde

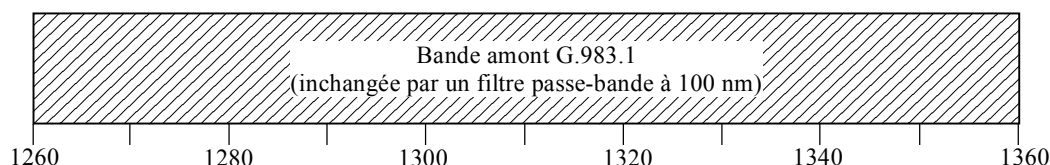
La longueur d'onde du signal aval du réseau ATM-PON (système monofibre) est située dans la bande 1,5 μm et celle du signal amont du réseau ATM-PON dans la bande 1,3 μm , selon UIT-T G.983.1. La présente Recommandation définit une nouvelle attribution de longueur d'onde permettant d'ajouter de nouveaux services au moyen de la bande spectrale définie dans UIT-T G.983.1. La bande spectrale aval du réseau ATM-PON doit être comprimée à l'intérieur de la bande 1,5 μm originale et de nouvelles bandes spectrales doivent être attribuées aux nouveaux services additionnels.

La Figure 5 et le Tableau 2 définissent la nouvelle attribution de longueur d'onde, qui réduit l'attribution aval ATM-PON actuellement définie dans UIT-T G.983.1 à une partie du spectre optique aval disponible. Cette partie réservée au réseau ATM-PON sera désignée par le terme de "bande de base". Une bande spectrale additionnelle sera ensuite dégagée et sera appelée "bande d'amélioration". Ses utilisations vont au moins des services vidéo aux services de multiplexage par répartition en longueur d'onde (WDM). Une bande de garde sépare la bande de base de la bande d'amélioration. Le brouillage entre les signaux de ces deux bandes provoque une dégradation réciproque qui doit être maintenue à un niveau négligeable. Le découplage nécessaire entre ces bandes dépend du niveau de puissance optique, du format de modulation, etc. L'Appendice III décrit un exemple de filtres WDM.

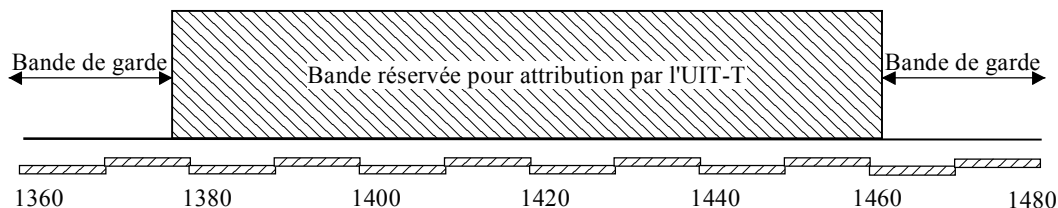
Les spécifications d'une future bande L dans la bande 1,5 μm et la bande "réservée pour attribution par l'UIT-T" dans la région intermédiaire feront l'objet d'un complément d'étude.

NOTE – Les longueurs d'onde de la bande d'amélioration peuvent servir à transmettre des signaux non seulement en aval mais aussi en amont dans le système WDM.

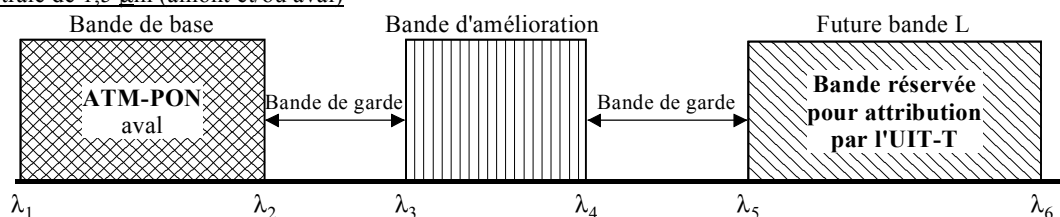
Bande spectrale de 1,3 µm (amont)



Bande spectrale intermédiaire (amont et/ou aval)



Bande spectrale de 1,5 µm (amont et/ou aval)



- Fenêtre amont (sans changement)
- Bande de base (bande APON comprimée)
- Bande d'amélioration (autres usages)
- Pour utilisation future

T1543830-01

λ_1 - λ_6 Voir Tableau 2

Figure 5/G.983.3 – Attribution de longueur d'onde

Tableau 2/G.983.3 – Paramètres d'attribution de longueur d'onde selon la Figure 5

Items	Notation	Unité	Valeur nominale	Exemples d'application
Bande spectrale de 1,3 µm				Pour utilisation en ATM-PON amont.
Limite inférieure	–	nm	1260	
Limite supérieure	–	nm	1360	
Bande spectrale intermédiaire				Pour utilisation future – Bande réservée y compris bandes de garde pour attribution par l'UIT-T.
Limite inférieure	–	nm	1360	
Limite supérieure	λ_1	nm	1480	
Bande de base				Pour utilisation en ATM-PON aval.
Limite inférieure	λ_1	nm	1480	
Limite supérieure	λ_2	nm	1500	

Tableau 2/G.983.3 – Paramètres d'attribution de longueur d'onde selon la Figure 5 (fin)

Items	Notation	Unité	Valeur nominale	Exemples d'application
Bande d'amélioration (Option 1)				Pour utilisation en service numérique additionnel.
Limite inférieure	λ_3	nm	1539	
Limite supérieure	λ_4	nm	1565	
Bande d'amélioration (Option 2)				Pour service de distribution vidéo.
Limite inférieure	λ_3	nm	1550	
Limite supérieure	λ_4	nm	1560	
Future bande L				Pour utilisation future – Bande réservée pour attribution par l'UIT-T.
Limite inférieure	λ_5	nm	Pour étude complémentaire	
Limite supérieure	λ_6	nm		
<p>NOTE 1 – Les fréquences centrales de la bande d'amélioration pour applications de WDMN doivent être fondées sur la grille de fréquences indiquée dans UIT-T G.959.1 et G.692.</p> <p>NOTE 2 – La valeur de découplage entre le signal en bande de base et les signaux en bande d'amélioration n'est pas décidée de façon unique parce que la configuration du système varie selon les règlements, la stratégie de service, les conditions géographiques et les services offerts dans la bande d'amélioration.</p> <p>Il convient d'interpréter ici le terme "découplage" à la fois comme le taux de fuite du signal en bande de base vers l'unité E-ONU ou la terminaison E-OLT par rapport au signal en bande de base et comme le taux de fuite du signal en bande d'amélioration vers l'unité ONU ou la terminaison OLT par rapport au signal en bande d'amélioration au niveau de la fonction WF1 ou WF2. Il convient de définir séparément ces deux types de découplage.</p> <p>L'utilisation courante de filtres WDM est envisagée afin de réduire les coûts par effet d'échelle de production. L'Appendice III décrit des exemples de découplage requis dans des cas typiques.</p> <p>NOTE 3 – La valeur du découplage recommandé entre le signal en bande de base et les signaux en bande d'amélioration (Option 1) fera l'objet d'une étude complémentaire.</p> <p>NOTE 4 – La valeur du découplage recommandé entre le signal en bande de base et les signaux en bande d'amélioration (Option 2) fera l'objet d'une étude complémentaire.</p> <p>NOTE 5 – Le filtre appliqué possède des caractéristiques d'affaiblissement appropriées au découplage requis. Les caractéristiques d'affaiblissement hors de la bande de 1480 à 1580 nm (par exemple dans la future bande L) font l'objet d'un complément d'étude.</p>				

8.3 Prescriptions de la couche dépendante du support physique pour le réseau ATM-PON

8.3.1 Débit nominal du signal numérique

Le débit en ligne de transmission devrait être un multiple de 8 kHz. Le système cible normalisé utilisera les débits en ligne nominaux suivants:

- Option 1: débit symétrique à 155,52 Mbit/s pour les raccordements FTTCab/C/B/H;
- Option 2: débit asymétrique à 155,52 Mbit/s vers l'amont et 622,08 Mbit/s vers l'aval pour les raccordements FTTCab/C/B.

Le Tableau 3 indique les paramètres devant être définis dans les sens amont et aval, ainsi que les débits nominaux.

Tableau 3/G.983.3 – Relations entre les catégories de paramètre et les tableaux

Sens de transmission	Débit nominal	Tableau
Aval	155,52 Mbit/s	Tableau 4b (sens aval, 155 Mbit/s)
	622,08 Mbit/s	Tableau 4c (sens aval, 622 Mbit/s)
Amont	155,52 Mbit/s	Tableau 4d (sens amont, 155 Mbit/s)

Tous les paramètres sont spécifiés comme suit et seront conformes au contenu du Tableau 4a (ODN), du Tableau 4b (sens aval, 155 Mbit/s), du Tableau 4c (sens aval, 622 Mbit/s) et du Tableau 4d (sens amont, 155 Mbit/s). Ces tableaux seront désignés collectivement par "Tableau 4" dans la présente Recommandation sauf précision nécessaire. Il existe 6 types d'unités ONU qui se différencient par les débits de 155,52 Mbit/s ou de 622,08 Mbit/s ainsi que par un affaiblissement sur le chemin optique de classe A, de classe B ou de classe C (défini dans UIT-T G.982). Certains des paramètres figurant dans le Tableau 4 sont décrits dans l'Appendice I en tant qu'exemples de réalisation.

La spécification du Tableau 4 ne comporte pas le facteur de réflexion énergétique maximal de l'équipement mesuré à la longueur d'onde de l'émetteur ou du récepteur pour l'unité E-ONU et la terminaison E-OLT. La réflexion issue des éléments E-ONU et E-OLT peut provoquer une dégradation du signal transmis dans le réseau ATM-PON. Les spécifications des facteurs de réflexion E-ONU et E-OLT aux longueurs d'onde amont de 1,3 µm et aval en bande de base feront l'objet d'un complément d'étude.

Toutes les valeurs de paramètre définies correspondent au cas le moins favorable prévu pour le domaine de fonctionnement normalisé (c'est-à-dire les domaines de température et d'humidité). Elles tiennent compte des effets du vieillissement. Les paramètres sont spécifiés pour un objectif de conception avec un taux d'erreurs sur les bits (BER, *bit error ratio*) qui n'est pas plus mauvais que 1×10^{-10} pour le cas extrême des conditions d'affaiblissement et de dispersion du chemin optique.

Tous les paramètres sont spécifiés pour une interface IF_{PON} et les paramètres optiques correspondant aux points de référence (c) et (e) dans la Figure 2b sont décrits dans l'Appendice V.

L'étendue d'affaiblissement dans le réseau ODN peut être réduite pour certains domaines d'application comme les champs récemment construits ou les zones limitées. Dans ce cas, les paramètres optiques requis seront allégés et l'applicabilité des modules optiques conformes à UIT-T G.983.1 sera augmentée. L'Appendice V décrit également l'exemple d'une étendue d'affaiblissement réduite dans le réseau ODN.

Tableau 4a/G.983.3 – Paramètres ODN de la couche dépendante du support physique

Items	Unité	Spécifications
Type de fibre optique	–	UIT-T G.652
Etendue d'affaiblissement (UIT-T G.982)	dB	Classe A: 5-20 Classe B: 10-25 Classe C: 15-30
Affaiblissement différentiel de chemin optique	dB	15
Pénalité maximale de chemin optique	dB	1
Portée logique différentielle maximale	km	20

Tableau 4a/G.983.3 – Paramètres ODN de la couche dépendante du support physique (*fin*)

Items	Unité	Spécifications
Distance maximale de fibre optique entre les points S/R et R/S	km	20
Nombre minimal de dérivations prises en charge	–	Limité par les affaiblissements de chemin et les capacités d'adressage d'unité ONU. Réseau PON avec diffuseurs passifs (dérivations à 16 ou 32 voies)
Transmission dans les deux sens	–	Monofibre WDM (le système à 2 fibres est hors domaine d'application)
Longueur d'onde de maintenance	nm	A définir

Tableau 4b/G.983.3 – Paramètres d'interface optique à 155 Mbit/s dans le sens aval en bande de base

Items	Unité	Spécifications		
Emetteur OLT (interface optique O_{ld})				
Débit nominal	Mbit/s	155,52		
Longueur d'onde de fonctionnement	nm	1480-1580		
Code en ligne	–	NRZ avec embrouillage		
Gabarit du diagramme de l'œil de l'émetteur	–	Voir Figure 6/G.983.1		
Facteur de réflexion maximal de l'équipement mesuré à la longueur d'onde de l'émetteur	dB	Sans objet		
Affaiblissement ORL minimal du réseau ODN au niveau des points O _{ld} et O _{lu} (Notes 1 et 2)	dB	supérieur à 32		
Classe de réseau ODN		Classe A	Classe B	Classe C
Valeur minimale de la puissance moyenne injectée	dBm	Note 4	Note 4	Note 4
Valeur maximale de la puissance moyenne injectée	dBm	Note 4	Note 4	Note 4
Puissance optique injectée en absence de signal d'entrée de l'émetteur	dBm	Sans objet		
Taux d'extinction	dB	supérieur à 10		
Tolérance de puissance lumineuse incidente pour l'émetteur	dB	supérieure à –15		
Pour un laser MLM – Largeur quadratique maximale	nm	1,8		
Pour un laser SLM – Largeur maximale à –20 dB (Note 3)	nm	1		
Pour un laser SLM – Taux minimal de suppression de mode transversal	dB	30		

**Tableau 4b/G.983.3 – Paramètres d'interface optique à 155 Mbit/s
dans le sens aval en bande de base (*fin*)**

Items	Unité	Spécifications		
Récepteur ONU (interface optique O_{rd})				
Facteur de réflexion maximal de l'équipement mesuré à la longueur d'onde du récepteur	dB	inférieur à -20		
Taux d'erreurs sur les bits	–	inférieur à 10^{-10}		
Classe de réseau ODN		Classe A	Classe B	Classe C
Sensibilité minimale	dBm	Note 4	Note 4	Note 4
Surcharge minimale	dBm	Note 4	Note 4	Note 4
Immunité pour des bits consécutifs identiques	bit	supérieure à 72		
Tolérance de gigue	–	Voir Figure 9/G.983.1		
Tolérance vis-à-vis de la puissance optique réfléchie	dB	inférieure à 10		
<p>NOTE 1 – L'Appendice I/G.983.1 décrit certains cas facultatifs pour lesquels la valeur de l'affaiblissement ORL minimal du réseau ODN au niveau des points O_{ru} et O_{rd}, et O_{lu} et O_{ld} doit être supérieure à 20 dB.</p> <p>NOTE 2 – L'Appendice IV décrit la valeur du facteur de réflexion de l'émetteur de l'unité ONU dans le cas où l'affaiblissement ORL minimal du réseau ODN au niveau des points O_{ru} et O_{rd}, et O_{lu} et O_{ld} est égal à 20 dB.</p> <p>NOTE 3 – Les valeurs de largeur maximale à -20 dB et de taux minimal de suppression de mode transversal sont citées en référence dans UIT-T G.957.</p> <p>NOTE 4 – Des paramètres provisoires sont décrits dans l'Appendice I.</p>				

**Tableau 4c/G.983.3 – Paramètres d'interface optique à 622 Mbit/s dans
le sens aval en bande de base**

Items	Unité	Spécifications		
Emetteur OLT (interface optique O_{ld})				
Débit nominal	Mbit/s	622,08		
Longueur d'onde de fonctionnement	nm	1480-1500		
Code en ligne	–	NRZ avec embrouillage		
Gabarit du diagramme de l'œil de l'émetteur	–	Voir Figure 6/G.983.1		
Facteur de réflexion maximal de l'équipement mesuré à la longueur d'onde de l'émetteur	dB	Sans objet		
Affaiblissement ORL minimal du réseau ODN au niveau des points O_{lu} et O_{ld} (Notes 1 et 2)	dB	supérieur à 32		
Classe de réseau ODN		Classe A	Classe B	Classe C
Valeur minimale de la puissance moyenne injectée	dBm	Note 4	Note 4	Note 4

Tableau 4c/G.983.3 – Paramètres d'interface optique à 622 Mbit/s dans le sens aval en bande de base (*fin*)

Items	Unité	Spécifications		
Valeur maximale de la puissance moyenne injectée	dBm	Note 4	Note 4	Note 4
Puissance optique injectée en absence de signal d'entrée de l'émetteur	dBm	Sans objet		
Taux d'extinction	dB	supérieur à 10		
Tolérance de puissance lumineuse incidente pour l'émetteur	dB	supérieure à -15		
Pour un laser MLM – Largeur quadratique maximale	nm	Sans objet		
Pour un laser SLM – Largeur maximale à -20 dB (Note 3)	nm	1		
Pour un laser SLM – Taux minimal de suppression de mode transversal	dB	30		
Récepteur ONU (interface optique O_{rd})				
Facteur de réflexion maximal de l'équipement mesuré à la longueur d'onde du récepteur	dB	inférieur à -20		
Taux d'erreurs sur les bits	–	inférieur à 10 ⁻¹⁰		
Classe de réseau ODN		Classe A	Classe B	Classe C
Sensibilité minimale	dBm	Note 4	Note 4	Note 4
Surcharge minimale	dBm	Note 4	Note 4	Note 4
Immunité pour des bits consécutifs identiques	bit	supérieure à 72		
Tolérance de gigue	–	Voir Figure 9/G.983.1		
Tolérance vis-à-vis de la puissance optique réfléchie	dB	inférieure à 10		
<p>NOTE 1 – L'Appendice I/G.983.1 décrit certains cas facultatifs pour lesquels la valeur de l'affaiblissement ORL minimal du réseau ODN au niveau des points O_{ru} et O_{rd}, et O_{lu} et O_{ld} doit être supérieure à 20 dB.</p> <p>NOTE 2 – L'Appendice IV décrit la valeur du facteur de réflexion de l'émetteur de l'unité ONU dans le cas où l'affaiblissement ORL minimal du réseau ODN au niveau des points O_{ru} et O_{rd}, et O_{lu} et O_{ld} est égal à 20 dB.</p> <p>NOTE 3 – Les valeurs de largeur maximale à -20 dB et de taux minimal de suppression de mode transversal sont données en référence à UIT-T G.957.</p> <p>NOTE 4 – Des paramètres provisoires sont décrits dans l'Appendice I.</p>				

Tableau 4d/G.983.3 – Paramètres d'interface optique à 155 Mbit/s dans le sens amont

Items	Unité	Spécifications		
Emetteur ONU (interface optique O_{ru})				
Débit nominal	Mbit/s	155,52		
Longueur d'onde de fonctionnement	nm	1260-1360		
Code en ligne	–	NRZ avec embrouillage		
Gabarit du diagramme de l'œil de l'émetteur	–	Voir la Figure 7/G.983.1		
Facteur de réflexion maximal de l'équipement mesuré à la longueur d'onde de l'émetteur	dB	inférieur à –6		
Affaiblissement ORL minimal du réseau ODN au niveau des points O _{ru} et O _{rd} (Notes 1 et 2)	dB	supérieur à 32		
Classe de réseau ODN		Classe A	Classe B	Classe C
Valeur minimale de la puissance moyenne injectée	dBm	Note 4	Note 4	Note 4
Valeur maximale de la puissance moyenne injectée	dBm	Note 4	Note 4	Note 4
Puissance optique injectée en absence de signal d'entrée de l'émetteur	dBm	Sans objet		
Taux d'extinction	dB	supérieur à 10		
Tolérance de puissance lumineuse incidente pour l'émetteur	dB	supérieure à –15		
Pour un laser MLM – Largeur quadratique maximale	nm	5,8		
Pour un laser SLM – Largeur maximale à –20 dB (Note 3)	nm	1		
Pour un laser SLM – Taux minimal de suppression de mode transversal	dB	30		
Transfert de gigue	–	Voir Figure 8/G.983.1		
Production de gigue dans une largeur de bande de 0,5 kHz à 1,3 MHz	UI c.-à-c.	0,2		
Récepteur ONU (interface optique O_{lu})				
Facteur de réflexion maximal de l'équipement mesuré à la longueur d'onde du récepteur	dB	inférieur à –20		
Taux d'erreurs sur les bits	–	inférieur à 10 ⁻¹⁰		
Classe de réseau ODN		Classe A	Classe B	Classe C
Sensibilité minimale	dBm	Note 4	Note 4	Note 4
Surcharge minimale	dBm	Note 4	Note 4	Note 4
Immunité pour des bits consécutifs identiques	bit	supérieure à 72		
Tolérance de gigue	–	Sans objet		
Tolérance vis-à-vis de la puissance optique réfléchie	dB	inférieure à 10		

Tableau 4d/G.983.3 – Paramètres d'interface optique à 155 Mbit/s dans le sens amont (*fin*)

NOTE 1 – L'Appendice I/G.983.1 décrit certains cas facultatifs pour lesquels la valeur de l'affaiblissement ORL minimal du réseau ODN au niveau des points O_{ru} et O_{rd} , et O_{lu} et O_{ld} doit être supérieure à 20 dB.

NOTE 2 – L'Appendice IV décrit la valeur du facteur de réflexion de l'émetteur de l'unité ONU dans le cas où l'affaiblissement ORL minimal du réseau ODN au niveau des points O_{ru} et O_{rd} , et O_{lu} et O_{ld} est égal à 20 dB.

NOTE 3 – Les valeurs de largeur maximale à -20 dB et de taux minimal de suppression de mode transversal sont données en référence à UIT-T G.957.

NOTE 4 – Des paramètres provisoires sont décrits dans l'Appendice I.

8.3.2 Support physique et méthode de transmission

8.3.2.1 Support de transmission

Cette spécification se base sur la fibre optique décrite dans UIT-T G.652.

8.3.2.2 Sens de transmission

Le signal est émis dans les sens amont et aval en utilisant le support de transmission.

8.3.2.3 Méthode de transmission

La transmission dans les deux sens s'effectue en utilisant la technique de multiplexage de longueur d'onde (WDM) dans la région de 1310 nm et en bande de base (1480-1500 nm) sur une fibre optique unique.

8.3.3 Débit

Voir § 8.2.3/G.983.1.

8.3.4 Code en ligne

Voir § 8.2.4/G.983.1.

8.3.5 Longueur d'onde de fonctionnement

8.3.5.1 Sens aval

La bande spectrale de fonctionnement dans le sens aval pour des systèmes utilisant une fibre optique unique est de 1480 à 1500 nm.

8.3.5.2 Sens amont

La bande spectrale de fonctionnement dans le sens amont est de 1260 à 1360 nm.

8.3.6 Emetteur au niveau des interfaces O_{ld} et O_{ru}

Tous les paramètres sont spécifiés ci-dessous. Ils doivent être conformes au Tableau 4.

Voir les paragraphes suivants de UIT-T G.983.1 pour chaque item:

8.2.6.1 pour le type de source;

8.2.6.2 pour les caractéristiques spectrales;

8.2.6.3 pour la puissance injectée maximale;

8.2.6.3.1 pour la puissance optique injectée en l'absence de signal d'entrée de l'émetteur;

- 8.2.6.4 pour le taux d'extinction minimal;
- 8.2.6.6 pour le gabarit du diagramme de l'œil de l'émetteur;
- 8.2.6.6.1 pour l'émetteur de terminaison OLT;
- 8.2.6.6.2 pour l'émetteur de l'unité ONU.

8.3.6.1 Facteur de réflexion maximal de l'équipement mesuré à la longueur d'onde de l'émetteur

Les réflexions dues aux équipements (ONU ou OLT) en retour vers l'installation en câble sont spécifiées par le facteur de réflexion maximal d'équipement admissible, mesuré au niveau de l'interface O_{ld}/O_{ru} . Il doit être conforme au Tableau 4.

8.3.6.2 Tolérances concernant la puissance optique réfléchie

La performance spécifiée pour l'émetteur doit être atteinte au niveau du point S en présence des valeurs de réflexion optiques spécifiées dans le Tableau 4.

8.3.7 Chemin optique entre les interfaces O_{ld}/O_{ru} et O_{rd}/O_{lu}

Voir les paragraphes suivants de UIT-T G.983.1 pour chaque item:

- 8.2.7.2 pour l'affaiblissement d'adaptation optique du câble au point R/S, compte tenu de tout connecteur; et
- 8.2.7.3 pour la valeur maximale du facteur de réflexion discret entre les points S et R.

8.3.7.1 Etendue d'affaiblissement

Trois classes d'affaiblissement sont spécifiées comme définies dans UIT-T G.982:

- Classe A: de 5 à 20 dB;
- Classe B: de 10 à 25 dB;
- Classe C: de 15 à 30 dB.

Les spécifications d'affaiblissement font l'hypothèse du cas le moins favorable compte tenu de pertes dues à des épissures, à des connecteurs, à des affaiblisseurs optiques (le cas échéant) ou à d'autres dispositifs optiques passifs, ainsi qu'à une marge supplémentaire pour le câble prévue pour couvrir les attributions suivantes:

- 1) modifications futures apportées à la configuration du câble (épissures supplémentaires, accroissement de la longueur du câble, etc.);
- 2) variations des performances du câble à fibre optique du fait de l'environnement;
- 3) dégradation des connecteurs, des affaiblisseurs optiques (le cas échéant) ou d'autres dispositifs optiques passifs présents éventuellement entre les points S et R.

8.3.7.2 Dispersion

Le Tableau 4 spécifie les valeurs maximales de dispersion (ps/nm) pour des systèmes dont la limite est considérée comme étant fixée par la dispersion. Ces valeurs sont cohérentes avec les pénalités maximales spécifiées pour le chemin optique. Elles tiennent compte du type d'émetteur spécifié et du coefficient de dispersion de la fibre optique dans la bande spectrale de fonctionnement.

Le Tableau 4 ne spécifie pas de valeurs maximales de dispersion pour des systèmes dont la limite est considérée comme étant fixée par l'affaiblissement; l'élément correspondant du Tableau 4 mentionne dans ce cas "sans objet".

8.3.8 Récepteur au niveau des interfaces O_{rd} et O_{lu}

Tous les paramètres sont spécifiés ci-dessous. Ils doivent être conformes au Tableau 4.

Voir les paragraphes suivants de UIT-T G.983.1 pour chaque item:

- 8.2.8.1 pour la sensibilité minimale;
- 8.2.8.2 pour la surcharge minimale;
- 8.2.8.3 pour la pénalité maximale de chemin optique;
- 8.2.8.5 pour l'affaiblissement différentiel sur le chemin optique;
- 8.2.8.6 pour la capacité d'extraction d'horloge;
- 8.2.8.7 pour la qualité de fonctionnement en terme de gigue;
- 8.2.8.7.1 pour le transfert de gigue;
- 8.2.8.7.2 pour la tolérance de gigue;
- 8.2.8.7.3 pour la production de gigue;
- 8.2.8.8 pour l'immunité aux chiffres identiques consécutifs (CID);
- 8.2.8.9 pour la tolérance vis-à-vis de la puissance réfléchie; et
- 8.2.8.10 pour la qualité de transmission et les caractéristiques d'erreur.

8.3.8.1 Facteur de réflexion maximal de l'équipement récepteur, mesuré à la longueur d'onde du récepteur

Les réflexions dues aux équipements (ONU ou OLT) en retour vers le câble sont spécifiées par le facteur de réflexion maximal d'équipement admissible, mesuré au niveau de l'interface O_{rd}/O_{lu} . Elles seront conformes au Tableau 4.

8.4 Prescriptions de la couche dépendante du support physique pour la bande d'amélioration

Les paramètres optiques, le code en ligne, le format de modulation etc., pour la bande d'amélioration sont hors du domaine d'application de la présente Recommandation.

Les réflexions dues aux éléments ONU et OLT peuvent cependant provoquer une dégradation du signal dans les services en bande d'amélioration. Il convient donc de spécifier, avec la longueur d'onde de la bande d'amélioration, le facteur de réflexion maximal de l'équipement, mesuré à la longueur d'onde de l'émetteur et à celle du récepteur pour l'unité ONU et la terminaison OLT. La spécification du facteur de réflexion dû à l'ONU et à l'OLT fera l'objet d'un complément d'étude.

9 Fonctionnalités d'exploitation, d'administration et de maintenance (OAM)

Voir § 9/G.983.1.

10 Performances

Voir § 10/G.983.1.

11 Conditions d'environnement

Pour les terminaisons OLT et pour les unités ONU installées à l'intérieur des bâtiments, les conditions de la CEI 60721-3-3 sont recommandées. Pour les unités ONU installées à l'extérieur des bâtiments, les conditions de la CEI 60721-3-4, assorties de la série étendue de conditions d'environnement (4.1E) spécifiée dans l'ETS 300 019-1-4, sont recommandées.

Les conditions des CEI 60801-2 et 60801-3 sont recommandées pour la compatibilité électromagnétique.

Le Tableau 5 décrit des exemples d'application des conditions d'environnement en termes de température et d'humidité relative pour les terminaisons OLT et les unités ONU. Les autres conditions d'environnement, telles que les polluants d'environnement et les produits chimiques, appellent une étude ultérieure.

Tableau 5/G.983.3 – Exemples de conditions d'environnement

Exemple appliqué	Température (°C)		Humidité relative (%)		Remarques
	Normale	Court terme	Normale	Court terme	
Terminaison OLT	de 5 à 40	de 0 à 50 (Note 1)	de 5 à 85	de 5 à 90 (Note 1)	CEI 60721-3-3 classe 3k3
Unité ONU intérieure	de -5 à 45	–	de 5 à 95	–	CEI 60721-3-3 classe 3k5
Unité ONU extérieure (Note 2)	de -45 à 45 (Note 3)	–	de 8 à 100	–	ETS 300 019-1-4 classe 4.1E

NOTE 1 – Option 1: le court terme fait référence à une période de temps inférieure à 72 h consécutives et à un total de moins de 15 jours par an.
Option 2: le court terme fait référence à une période de temps inférieure à 12 h consécutives et à un total de moins de quatre jours par an.

NOTE 2 – Les conditions d'environnement d'unité ONU sont celles qui règnent à l'extérieur de l'enveloppe d'une unité ONU dans l'hypothèse où cette unité (y compris son capot/armoire) provient d'un même fournisseur et est située dans une installation intérieure ou extérieure conventionnelle. Les conditions d'environnement pour les unités ONU situées dans d'autres installations (par exemple à l'intérieur d'une armoire fournie par l'opérateur ou dans un environnement intérieur non conditionné comme un grenier ou un garage) feront l'objet d'un complément d'étude.

NOTE 3 – Les opérateurs de réseau souhaitent souvent alléger la prescription de température inférieure jusqu'à -40 °C.

12 Sécurité

La sécurité est définie dans UIT-T G.983.1.

APPENDICE I

Exemples de paramètres d'interface optique pour le réseau ODN

I.1 Introduction

Des paramètres optiques provisoires sont décrits ci-dessous pour les réseaux ODN (voir Tableau 4) et figurent dans le présent appendice en tant qu'exemples de réalisation. Cet appendice sera supprimé si des paramètres appropriés sont approuvés et introduits dans le Tableau 4.

I.2 Exemples

Les valeurs numériques spécifiées dans les tableaux ci-dessous correspondent à des valeurs provisoires pour les items décrits dans le Tableau 4.

Tableau I.1/G.983.3 – Paramètres d'interface optique de 155 Mbit/s dans le sens aval pour la bande de base

Items	Unité	Spécifications		
Emetteur OLT (interface optique O_{ld})				
Classe de réseau ODN		Classe A	Classe B	Classe C
Valeur minimale de la puissance moyenne injectée	dBm	-7,5	-2,5	-0,5
Valeur maximale de la puissance moyenne injectée	dBm	-3	+2	+4
Récepteur ONU (interface optique O_{rd})				
Classe de réseau ODN		Classe A	Classe B	Classe C
Sensibilité minimale	dBm	-28,5	-28,5	-31,5
Surcharge minimale	dBm	-8	-8	-11

Tableau I.2/G.983.3 – Paramètres d'interface optique de 622 Mbit/s dans le sens aval pour la bande de base

Items	Unité	Spécifications		
Emetteur OLT (interface optique O_{ld})				
Classe de réseau ODN		Classe A	Classe B	Classe C
Valeur minimale de la puissance moyenne injectée	dBm	-5,5	-0,5	-0,5
Valeur maximale de la puissance moyenne injectée	dBm	-1	+4	+4
Récepteur ONU (interface optique O_{rd})				
Classe de réseau ODN		Classe A	Classe B	Classe C
Sensibilité minimale	dBm	-26,5	-26,5	-31,5
Surcharge minimale	dBm	-6	-6	-11

**Tableau I.3/G.983.3 – Paramètres d'interface optique de 155 Mbit/s
dans le sens amont**

Items	Unité	Spécifications		
Emetteur ONU (interface optique O_{ur})				
Classe de réseau ODN		Classe A	Classe B	Classe C (Note 1)
Valeur minimale de la puissance moyenne injectée	dBm	-7,5	-5,5	-3,5
Valeur maximale de la puissance moyenne injectée	dBm	0	+2	+4
Récepteur OLT (interface optique O_{lu})				
Classe de réseau ODN		Classe A	Classe B	Classe C (Note 1)
Sensibilité minimale	dBm	-28,5	-31,5	-34,5
Surcharge minimale	dBm	-5	-8	-11
NOTE 1 – Les valeurs proposées pour la classe C amont sont des estimations au mieux. Elles sont donc susceptibles de changer ultérieurement.				

APPENDICE II

Scénarios de déploiement

II.1 Introduction

L'on part du principe que diverses configurations de système ou divers scénarios seront introduits par des opérateurs de télécommunication. Ces configurations de système ou scénarios seront influencés par les règlements, par la stratégie de service et par les conditions géographiques propres à chaque opérateur de télécommunication. Ces configurations sont par exemple les réseaux superposés en mode WDM pur et ceux qui utilisent les techniques FDM pour séparer les signaux en bande de base et en bande d'amélioration.

Des exemples de configuration sont décrits ci-dessous.

II.2 Exemples de configuration

II.2.1 Cas 1: Réception de la bande de base seulement

Si les clients n'ont pas besoin de services additionnels tels que les services vidéo, etc., insérés dans la bande d'amélioration selon l'attribution spectrale de la Figure 5, deux configurations de système se présenteront, comme indiqué dans les Figures II.1 et II.2. Dans le cas de Figure II.1, le filtre de blocage WDM peut être utile afin d'empêcher le signal de bande d'amélioration d'atteindre l'unité ONU. Dans le cas de Figure II.2, qui est une approche en mode FDM, il faut des unités ONU très récentes, équipées d'un filtre électrique à coupure de bande.

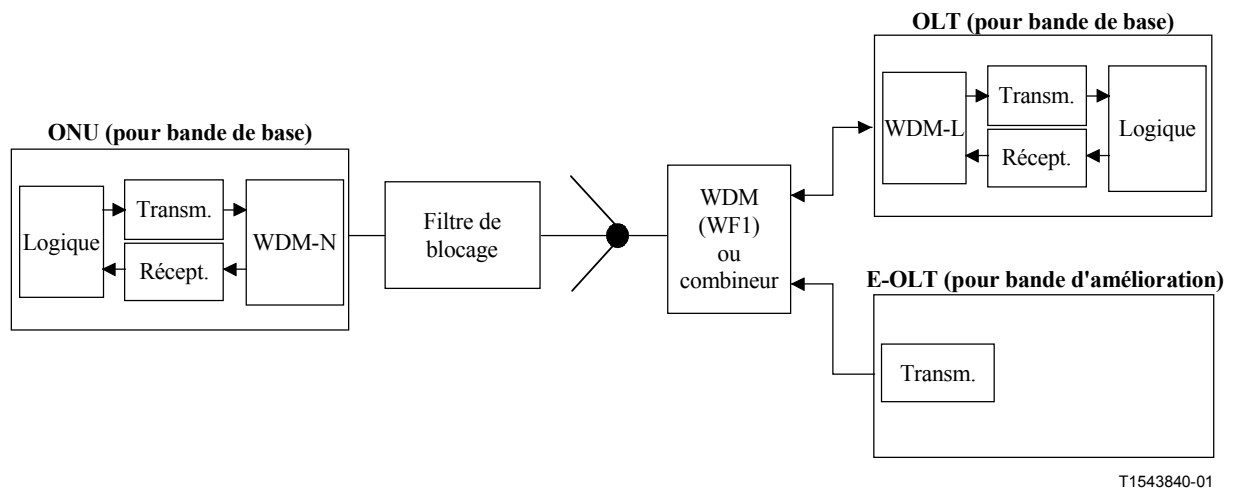


Figure II.1/G.983.3 – Réception de la bande de base seulement par filtre de blocage

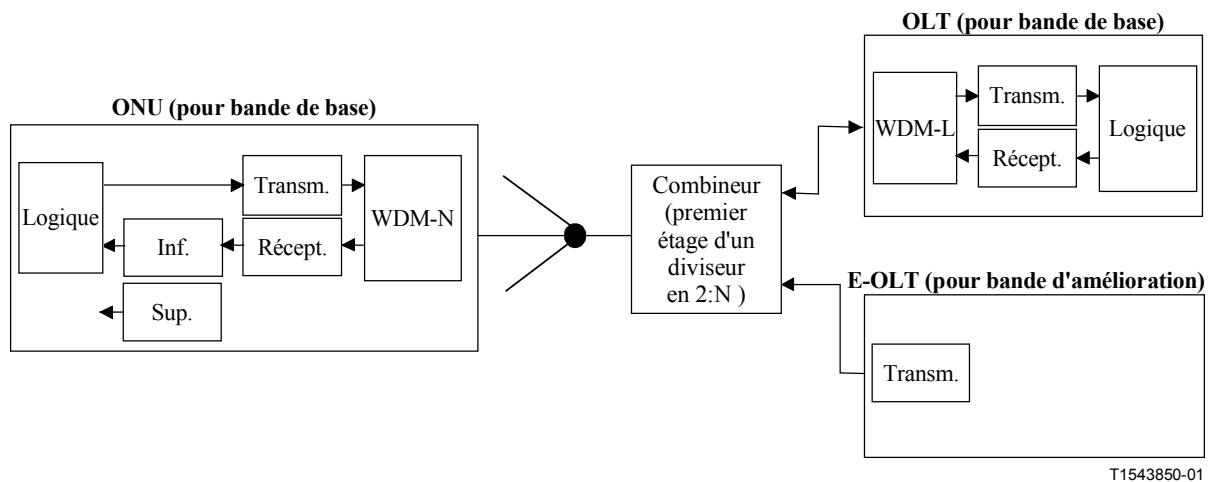


Figure II.2/G.983.3 – Réception de la bande de base seulement par mode FDM

II.2.2 Cas 2: Réception des signaux de bande de base et de bande d'amélioration par des unités ONU distinctes

Si des opérateurs fournissent à la fois des services de réseau ATM-PON et des services additionnels tels que le service vidéo, etc., dans des modules d'équipement distincts, la configuration du système en mode WDM sera conforme à la Figure II.3.

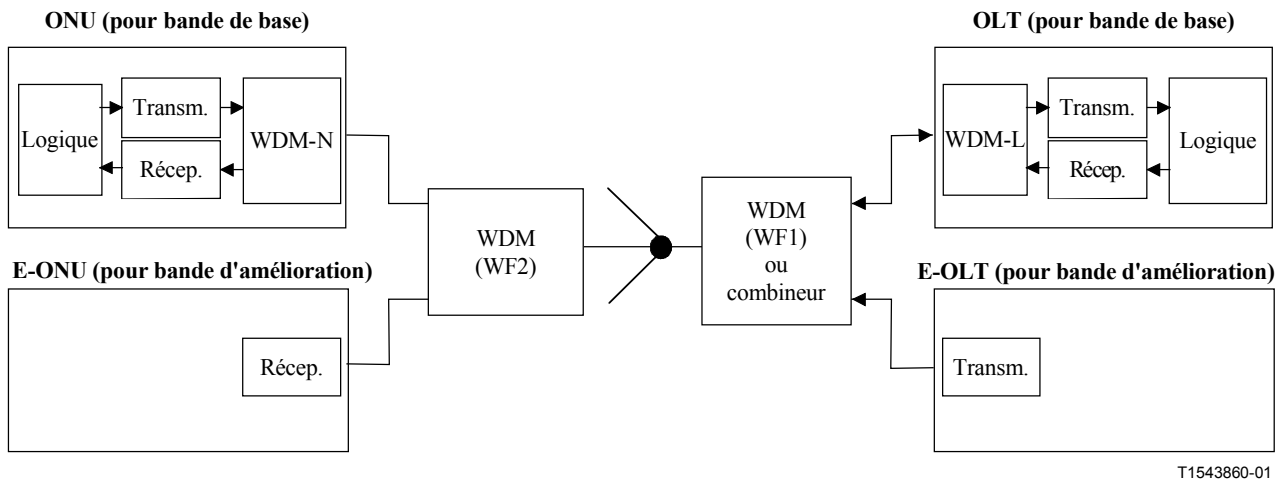


Figure II.3/G.983.3 – Réception des signaux de bande de base et de bande d'amélioration par unités ONU distinctes

II.2.3 Cas 3: Réception de signaux de bande de base et de bande d'amélioration par des unités ONU intégrées

Si des opérateurs fournissent à la fois des services de réseau ATM-PON et des services additionnels tels que le service vidéo, etc., dans le même équipement, les deux configurations du système seront conformes aux Figures II.4 et II.5. La Figure II.4 montre une approche en mode WDM: les unités ONU de ce type sont équipées d'un filtre WDM. La Figure II.5 montre une approche en mode FDM: les unités de ce type sont équipées d'un filtre électrique à coupure de bande.

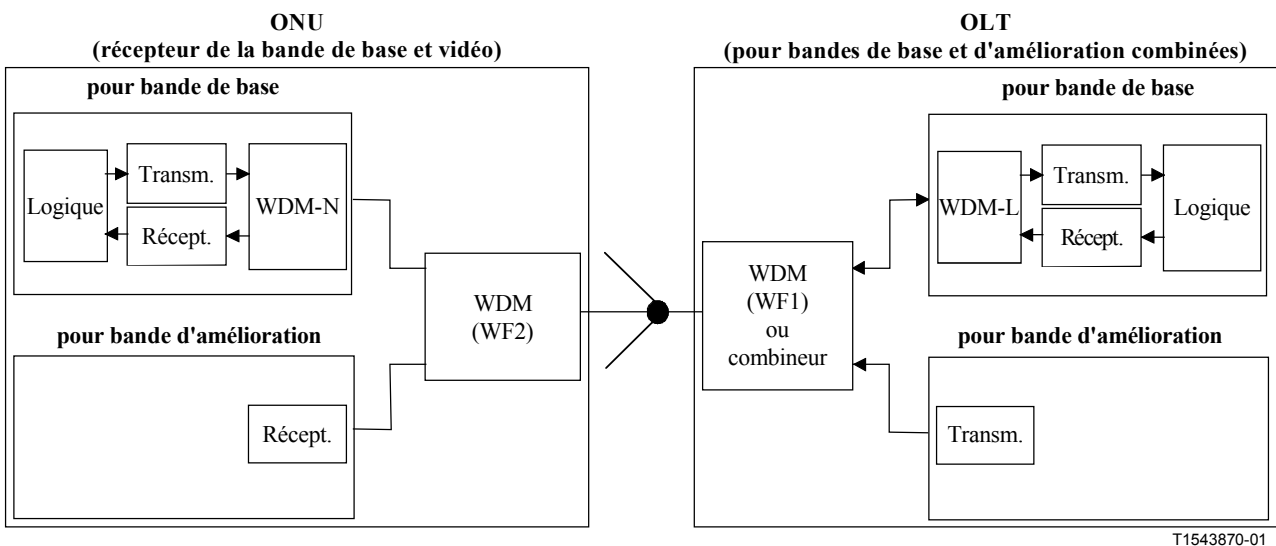


Figure II.4/G.983.3 – Réception des signaux de bande de base et de bande d'amélioration par unités ONU intégrées (en mode WDM)

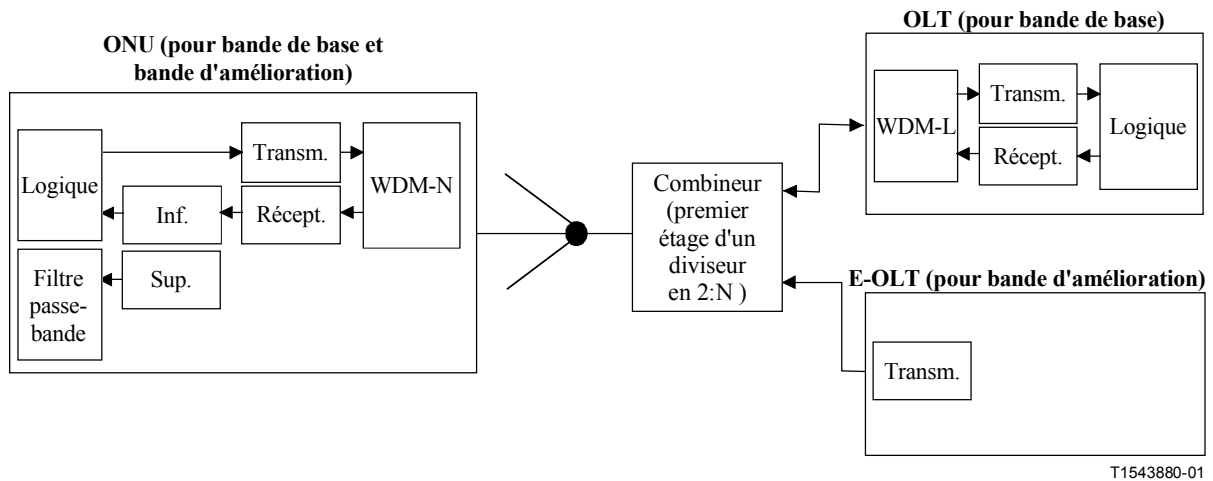
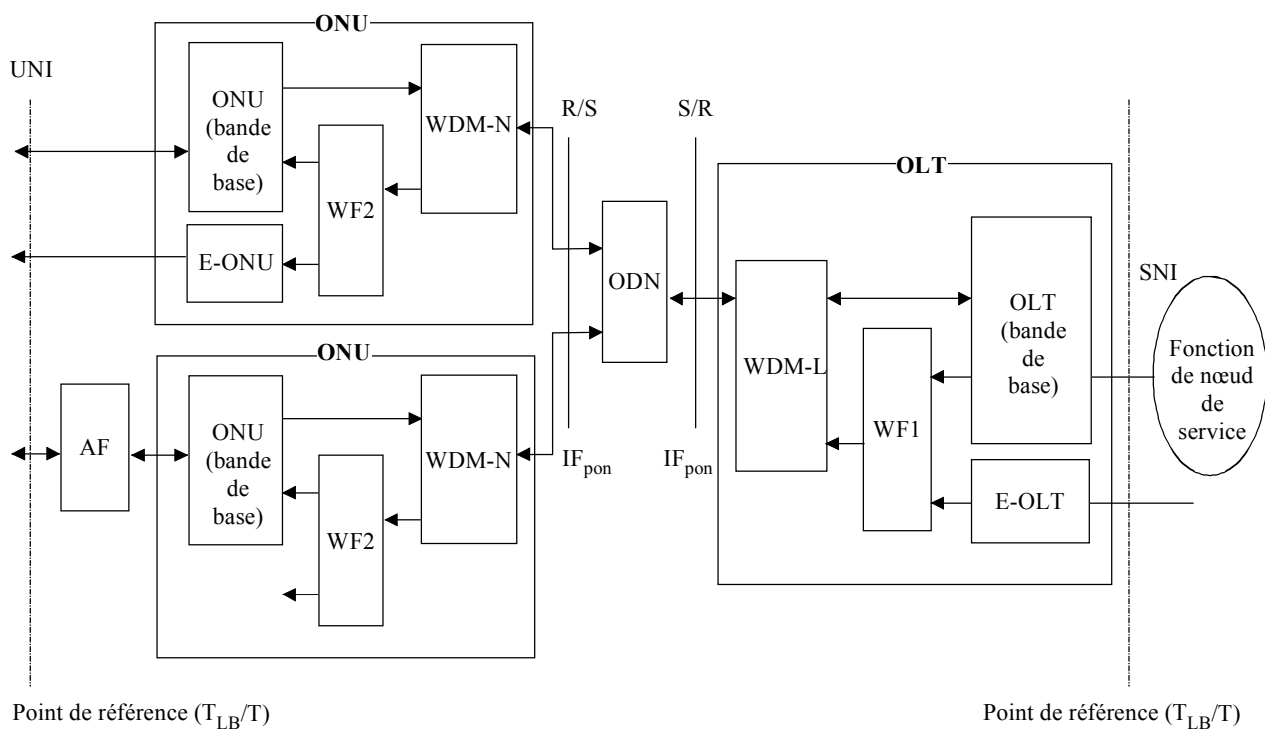


Figure II.5/G.983.3 – Réception des signaux de bande de base et de bande d'amélioration par unités ONU intégrées (en mode FDM)

II.2.4 Cas 4: Arrangement des fonctions WDM de façon à minimiser l'affaiblissement sur le chemin optique amont

Cet arrangement vise à minimiser l'affaiblissement sur le chemin optique (à 1300 nm) lorsqu'une bande d'amélioration est ajoutée. Dans ce cas, les fonctions WDM-L et WDM-N séparent les bandes de 1300 nm et de 1500 nm tandis que les fonctions WF1 et WF2 divisent la bande de 1500 nm. Cela permet d'utiliser les émetteurs et récepteurs amont existants sans modifier l'affaiblissement de bout en bout. La qualité des fonctions WF1 et WF2 n'a besoin d'être spécifiée que dans la bande de 1500 m puisque les signaux à 1300 nm sont éliminés. Cela évite le problème de la paradiaphonie lorsque la bande d'amélioration transporte un service vers l'aval seulement, ainsi que les problèmes de réflexions dans la bande de base, qui se posent dans les récepteurs de bande d'amélioration. Cet arrangement présente l'inconvénient qu'il ne peut pas être utilisé avec des modules opto-électroniques en bande de base qui intègrent des fonctions WDM selon UIT-T G.983.1.



T1543890-01

Figure II.6/G.983.3 – Arrangement des fonctions WDM de façon à minimiser l'affaiblissement sur le chemin amont

II.2.5 Cas 5: Réseaux ODN avec étendue d'affaiblissement réduite pour la bande d'amélioration

Un problème se pose à certains opérateurs lorsqu'un réseau ODN de classe C existant est déployé. Un tel réseau est spécifié de façon à voir un affaiblissement sur le chemin optique de 30 dB dans les deux fenêtres de 1300 nm et 1500 nm. Les émetteurs-récepteurs en bande de base existants n'auront pas un bilan de liaison suffisant en cas d'ajout de composants WDM externes.

Le cas 4 pourrait éviter ce problème pour le chemin amont si les émetteurs et récepteurs amont et aval se présentent sous forme de modules distincts.

Le chemin aval présentera des affaiblissements additionnels des signaux WDM dans la bande de 1500 nm pouvant atteindre 1,5 dB à chaque extrémité. En d'autres termes, les émetteurs et récepteurs à 1500 nm ont besoin d'un bilan de liaison complémentaire de 3 dB. Un moyen d'effectuer cette compensation de 3 dB consiste à appliquer une classe C modifiée qui tient compte des affaiblissements différentiels de la fibre dans les fenêtres de 1300 nm et de 1500 nm. L'affaiblissement maximal est de 30 dB à 1300 nm et de 27 dB à 1500 nm. De nombreux réseaux ODN de classe C existants et tous les réseaux de classe C possédant une étendue d'affaiblissement réduite pourraient satisfaire une spécification d'affaiblissement inférieur à 27 dB dans la bande 1480-1580 nm et inférieur à 30 dB dans la bande 1260-1360 nm.

II.2.6 Exemple d'un cas d'insuffisance de bilan d'affaiblissement entre E-ONU et E-OLT

En cas d'insuffisance du bilan d'affaiblissement entre E-ONU et E-OLT, il est possible de raccourcir la distance entre E-ONU et E-OLT, selon l'exemple de la Figure II.7. Dans ce cas, la sortie de la terminaison E-OLT est injectée dans le deuxième étage du diviseur de faisceau optique.

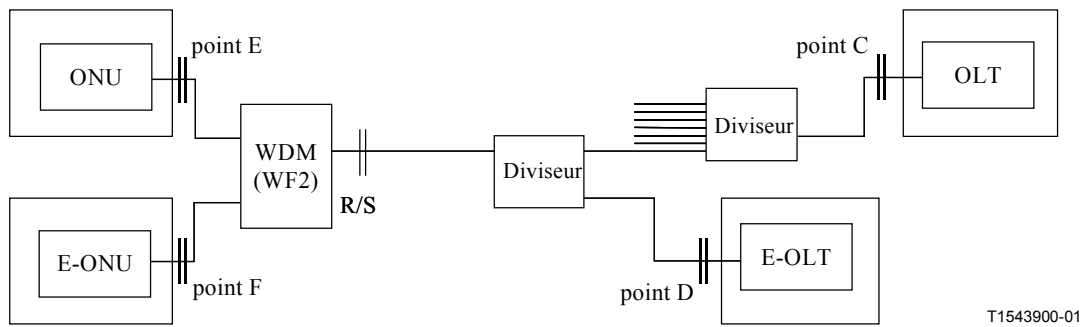


Figure II.7/G.983.3 – Arrangement en cas de bilan d'affaiblissement insuffisant entre E-ONU et E-OLT

APPENDICE III

Découplage entre bande de base et bande d'amélioration

III.1 Introduction

La bande d'amélioration peut servir à un grand nombre de types de service comme la vidéodiffusion et les services numériques à débit élevé.

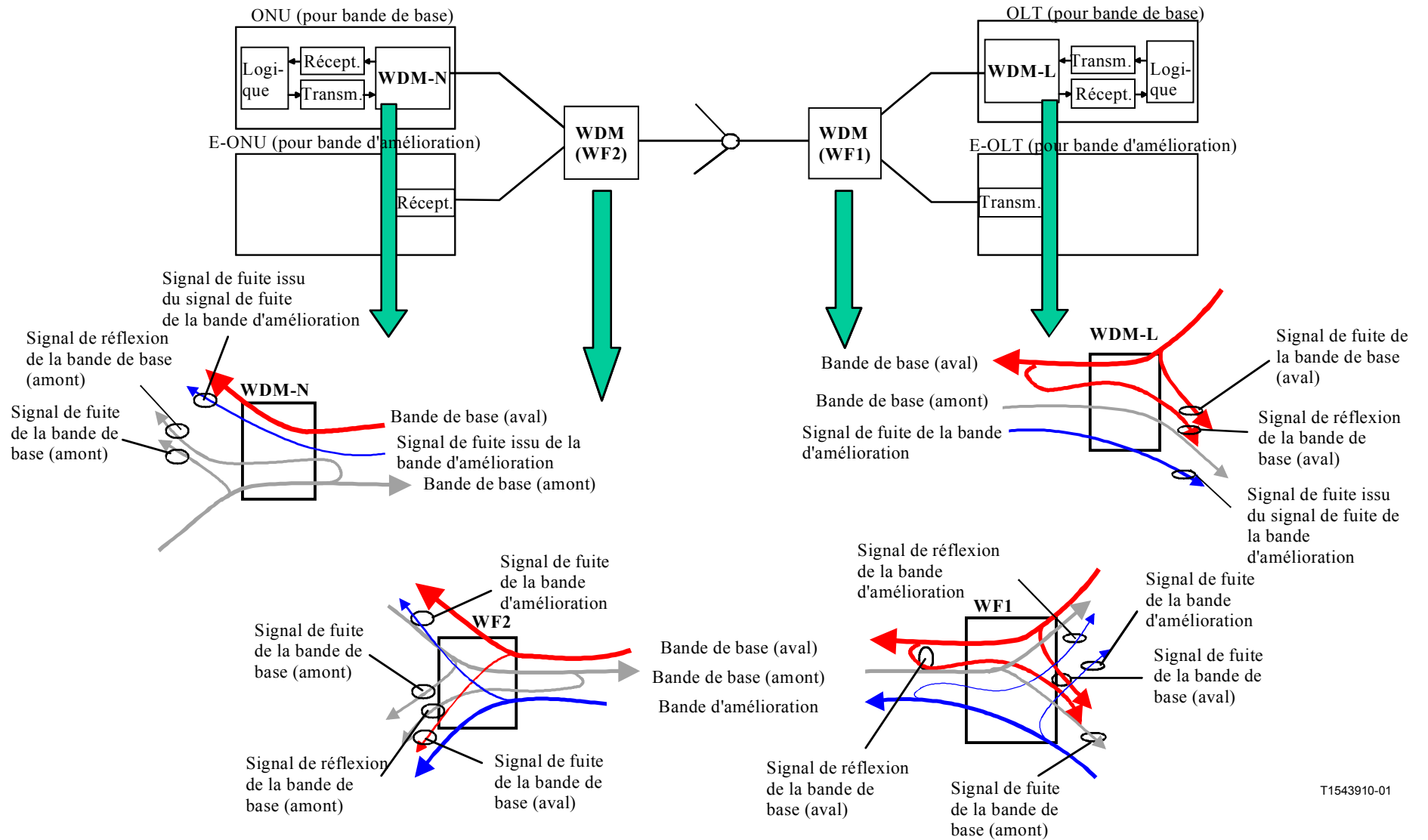
Chaque service (caractérisé par son format de modulation, son débit binaire, son nombre de porteuses ou son nombre de longueurs d'onde) nécessitera sa propre sensibilité de récepteur en bande d'amélioration avec un niveau admissible de diaphonie issue du signal en bande de base.

Ces paramètres, ainsi que la puissance optique totale de la bande d'amélioration, détermineront ensuite la valeur de découplage nécessaire dans le récepteur de bande d'amélioration par rapport au signal en bande de base, ainsi que la valeur de découplage nécessaire dans le récepteur de bande de base par rapport au signal en bande d'amélioration.

En général, le "découplage" est défini comme étant la différence d'affaiblissement entre deux longueurs d'onde, mesuré au même accès. Il convient d'estimer le découplage requis pour le filtre WDM, comme dans les fonctions WF1 et WF2, en tenant compte des réflexions dues à l'équipement ou au réseau ODN. L'effet des réflexions est décrit dans l'Appendice IV.

Le présent appendice contient quelques calculs préliminaires des caractéristiques optiques des services en bande d'amélioration. Ces calculs visent à trouver des exemples de valeurs de découplage entre bande de base et bande d'amélioration. De tels exemples peuvent servir aux vendeurs à guider leurs efforts de développement. Les valeurs de découplage requises par les signaux d'amélioration par rapport à la bande de base, ainsi que leurs conditions exactes, dépendent de nombreux facteurs qui sont hors du domaine d'application de la présente Recommandation. Chaque étude de système devra effectuer une analyse complète de tous ces facteurs afin de parvenir à une spécification complète du découplage optique.

La Figure III.1 décrit schématiquement le découplage à étudier.



T1543910-01

Figure III.1/G.983.3 – Découplage en WDM-L, WDM-N, WF1 et WF2

Le type de service et ses caractéristiques détermineront les caractéristiques de découplage des fonctions WF1 et WF2. Comme la puissance optique du signal en bande de base variera selon la classe (A, B ou C) du système PON, les valeurs de découplage varieront également selon les différentes classes ODN.

Parmi les nombreux scénarios de classe et de service, plusieurs classes de découplage pourront ensuite être définies.

Les tableaux suivants illustrent plusieurs scénarios de service, qu'il convient d'analyser pour chaque classe PON.

Les notations suivantes sont utilisées dans le présent appendice:

L_{ODN-BB}	Affaiblissement optique en bande de base dans le réseau ODN
L_{ODN-EB}	Affaiblissement optique en bande d'amélioration dans le réseau ODN
P_{BB}	Puissance optique du signal en bande de base à l'entrée dans l'ONU
P_{EB}	Puissance optique du signal en bande d'amélioration à l'entrée dans l'E-ONU
f.f.s.	pour étude complémentaire

Les hypothèses suivantes sont retenues pour les exemples:

- $L_{ODN-BB} = L_{ODN-EB}$
- La diaphonie admissible dans le récepteur en bande de base [aux points de référence (c) et (e)] en provenance du signal en bande d'amélioration est supposée être d'au moins 10 dB inférieure au signal en bande de base le plus faible.

NOTE – Il convient de modifier cette hypothèse afin de fixer une valeur supérieure à 10 dB, comme 13 dB, car le bruit optique total vers le récepteur se compose de multiples réflexions ainsi que de la puissance optique de fuite. Le bruit total admissible peut être inférieur de 10 dB au plus bas niveau de signal mais la puissance admissible de chaque composante du bruit fera l'objet d'un complément d'étude. Les exemples suivants sont donc donnés provisoirement dans l'hypothèse où chaque composante du bruit est au moins inférieure de 10 dB au signal.

- Hypothèse relative aux affaiblissement d'insertion de WF1 et WF2: 0 dB et 1,5 dB.

III.2 Exemple de découplage requis dans le récepteur en bande de base par rapport au signal en bande d'amélioration

III.2.1 Services vidéo

Le découplage requis dépend de la puissance minimale qui est requise par le récepteur afin de produire un signal utilisable, plus la grandeur totale de la tolérance sur le système (émetteur, fibre et variations d'affaiblissement dans les composants optiques). Pour les systèmes vidéo multiplexés en sous-porteuses, le rapport porteuse sur bruit (CNR) est donné par l'équation (III-1) ci-après:

$$CNR = \frac{1}{2B} \cdot \frac{m^2}{RIN + \frac{2e}{i} + \frac{4kT}{i^2 R}} \quad (III-1)$$

Ici B est la largeur de bande du canal, m est l'indice de modulation par canal, RIN est l'intensité relative du bruit de l'émetteur, e est la charge de l'électron, i est le courant photoélectrique détecté, kT est la constante de Boltzmann et R est l'impédance du récepteur. Les valeurs prises comme hypothèses pour tous ces paramètres sont indiquées dans le tableau suivant:

RIN (dB/Hz)	-150,0
Température du récepteur (K)	300,0
Impédance du récepteur (Ω)	75,0
Sensibilité du récepteur (A/W)	0,85
Indice OMI (eff.)	25%

Le rapport SNR requis dépend du format de signal considéré. Les valeurs prises ici comme hypothèses sont indiquées dans le tableau suivant:

Format de canal	(dB)
QPSK-4	16
16-QAM	22
64-QAM	28
256-QAM	34
AM-VSB	44 (Note)
Note – La valeur indiquée pour AM-VSB est le rapport CNR.	

L'écart quadratique moyen de l'indice de modulation optique (OMI, *optical modulation index*) peut être utilisé avec N , nombre de canaux, pour calculer m au moyen de l'équation (III-2). La valeur de sensibilité sert à convertir l'intensité photoélectrique en puissance optique.

$$m = OMI \sqrt{\frac{2}{N}} \quad (\text{III-2})$$

L'équation (III-1) peut être remaniée comme indiqué dans l'équation (III-3) afin d'obtenir une valeur quadratique du courant photoélectrique. La solution de cette équation peut ensuite être convertie en puissance optique requise, P_{EB} , au point situé entre l'E-ONU et WF2, comme indiqué dans le Tableau III.1:

$$\left(RIN - \frac{m^2}{2B \cdot CNR} \right)^2 + 2ei + \frac{4kT}{R} = 0 \quad (\text{III-3})$$

Tableau III.1/G.983.3 – P_{EB}, Puissance minimale du signal de bande d'amélioration à l'entrée de l'E-ONU

Système de transmission	Format de porteuse	Nombre de porteuses	Largeur de porteuse (MHz)	Puissance requise (dBm)
SCM	AM-VSB	40	4,5	-7,7
			6,5	-6,7
	QPSK	60	18	-18,3
	64-QAM	110	5,2	-13,6
			7,0	-13,0
	256-QAM	110	5,2	-10,5
7,0			-9,8	
Conversion MF	AM-VSB	40	4,5	-14,1
			6,5	-11,5
	64-QAM	110	5,2	-16,7
			7,0	-14,3
	256-QAM	110	5,2	-13,3
			7,0	-10,1

Les valeurs de découplage dans la fonction WF2 (exprimées par le rapport du signal de bande d'amélioration en fuite vers l'ONU au signal de bande d'amélioration à l'accès commun de WF2) sont obtenues comme suit:

$$\text{Découplage de WF2} = P_{EB \text{ req}} + R_{x\Delta} + T_{x\Delta} - P_{BB \text{ min}} + 13 \text{ dB},$$

où $R_{x\Delta}$ et $T_{x\Delta}$ sont les tolérances d'étendue dynamique du récepteur et de l'émetteur. L'on suppose des valeurs $R_{x\Delta} = 2 \text{ dB}$ et $T_{x\Delta} = 1 \text{ dB}$.

Par exemple, si la puissance d'amélioration minimale requise dans le récepteur E-ONU, $P_{EB \text{ req}} = -10 \text{ dBm}$ et $P_{BB \text{ min}} = -30 \text{ dBm}$, le découplage requis est égal à 36 dB.

Le découplage résultant dans WF2 est spécifié dans le Tableau III.2. Ces valeurs supposent que $P_{BB \text{ min}} = -30 \text{ dBm}$, ce qui est vrai pour l'équipement de classe B. Noter que le calcul ci-dessus part du principe que les signaux de bande d'amélioration et de bande de base subissent le même affaiblissement d'insertion dans WF2.

Tableau III-2/G.983.3 – Exigences de découplage dans le récepteur en bande de base en provenance de la bande d'amélioration

Système de transmission	Format de porteuse	Nombre de porteuses	Largeur de porteuse (MHz)	Le découplage requis (dB)
CM	AM-VSB	40	4,5	38,3
			6,5	39,3
	QPSK	60	18	27,7
	64-QAM	110	5,2	32,4
			7,0	33,0
	256-QAM	110	5,2	35,5
7,0			36,2	
Conversion MF	AM-VSB	40	4,5	31,9
			6,5	34,5
	64-QAM	110	5,2	29,3
			7,0	31,7
	256-QAM	110	5,2	32,7
			7,0	35,9

Le découplage nécessaire en WF1 est déterminé par les réflexions dans le réseau PON, qui peuvent être de -32 dB ou de -20 dB. L'émetteur vidéo fonctionnera très probablement à proximité de la limite SBS de la fibre, impliquant une puissance injectée maximale de $+17$ dBm. Avec un affaiblissement de réflexion de -20 dB, la réflexion peut atteindre -3 dBm. Si le signal doit être supérieur de 13 dB au brouillage, le découplage combiné de la fonction WF1 et du diplexeur doit être de 40 dB. Si l'on suppose une valeur de facteur de réflexion du réseau PON égale à -32 dB, le découplage de WF1 et du diplexeur doit être de 28 dB.

Noter que les découplages ci-dessus partent du principe que les signaux vidéo et en bande de base partagent une même fréquence électrique. Cela n'est pas forcément vrai et, dans certains cas notables, comme la vidéo en MDP-4, le signal vidéo est entièrement hors bande et ne dégrade que le signal en bande de base en raison d'une augmentation du bruit de grenaille et du bruit d'intensité relative. Cela peut diminuer de beaucoup le découplage nécessaire, parfois jusqu'à rendre inutile tout découplage optique.

III.2.2 Services WDMN

La fourniture de services WDMN dans le réseau PON imposera également des contraintes en termes de découplage des filtres WF1 et WF2. Ici encore, le point de départ est constitué par les sensibilités des récepteurs à utiliser pour l'évolution vers les services WDMN. Le Tableau III.3 ci-dessous indique les valeurs typiques pour les récepteurs optiques, ainsi que pour les filtres requis afin de démultiplexer les canaux individuels.

Tableau III.3/G.983.3 – Valeurs typiques pour les récepteurs et les filtres optiques

Tableau a – Débit binaire	SDH-1	SDH-4	GbE	SDH-16
Surcharge maximale (photodiode PIN) (dBm)	-8	-7	-6	-4
Sensibilité minimale (photodiode PIN) (dBm)	-36	-31	-25	-20
Surcharge maximale (APD) (dBm)	sans objet	-10	-9	-9
Sensibilité minimale (APD) (dBm)	sans objet	-38	-33	-29

Tableau b – Nombre de canaux	1	8	16	32
Aff. max. de filtre à 200 GHz (dB)	2	3,5	5	sans objet
Aff. max. de filtre à 100 GHz (dB)	2,5	4,5	6,5	8,5
Aff. max. de filtre de base/d'amélior. (dB)	1	sans objet	sans objet	sans objet

Si l'on construit des bilans d'affaiblissement théoriques au moyen de ces valeurs, l'on peut calculer les puissances injectées maximales (par canal) aux deux extrémités du réseau PON. Le résultat dépend de la vitesse et du nombre de canaux, comme indiqué dans le Tableau III.4. Noter que les puissances injectées en amont sont supérieures aux puissances en aval parce que les canaux amont doivent traverser le démultiplexeur WDM à canaux multiples dont l'affaiblissement est important, alors que les canaux aval ne traversent qu'un seul filtre WDM.

Tableau III.4/G.983.3 – Puissance maximale de l'émetteur du signal de bande d'amélioration à IF_{PON}

a – dès que WF1 (a) passe en aval

canaux	PIN (dBm)		APD (dBm)	
	SDH-1	SDH-4	GbE	SDH-16
4	-4,5	0,5	-1,5	2,5
8	-4,5	0,5	-1,5	2,5
16	-4,0	1,0	-1,0	3,0

b – dès que WF2 (b) passe en amont

canaux	PIN (dBm)		APD (dBm)	
	SDH-1	SDH-4	GbE	SDH-16
4	-2,0	3,0	1,0	4,8
8	-1,5	3,5	1,5	5,0
16	2,0	7,0	5,0	6,8

L'on obtient les valeurs de découplage en calculant d'abord la puissance maximale en bande d'amélioration qui entre dans WF1 ou dans WF2. Les deux sources de cette puissance sont la puissance sur le chemin vers l'avant (vers l'amont dans le cas de WF1) et la puissance sur le chemin de réflexion (vers l'aval dans le cas de WF2). Ces puissances sont additionnées arithmétiquement, y compris le multiplicateur représentant le nombre de canaux mis en jeu, afin d'obtenir la puissance

brouilleuse. Le cas le moins favorable de cette puissance brouilleuse est ensuite comparé au cas le moins favorable de la puissance en bande de base: leur différence, plus 13 dB, devient le découplage requis. Les découplages pour WF1 et WF2 sont spécifiés dans le Tableau III.5 dans l'hypothèse d'un réseau PON de classe B. Noter que le découplage indiqué pour WF1 intègre l'éventuel découplage offert par le diplexeur à l'intérieur de la terminaison OLT, d'où il découle que le découplage réellement requis par WF1 est en fait moindre.

Tableau III.5/G.983.3 – Exigences de découplage dans le récepteur en bande de base en provenance de la bande d'amélioration

a – pour WF1 (a)

canaux	PIN (dBm)		APD (dBm)	
	SDH-1	SDH-4	GbE	SDH-16
4	37,3	42,3	40,3	44,0
8	40,7	45,7	43,7	47,3
16	47,1	52,1	50,1	52,0

b – pour WF2 (b)

canaux	PIN (dBm)		APD (dBm)	
	SDH-1	SDH-4	GbE	SDH-16
4	20,8	25,8	23,8	27,8
8	24,0	29,0	27,0	30,8
16	28,6	33,6	31,6	34,6

III.3 Exemple de classes de découplage

Les classes de découplage possibles pour le filtre WF2 de l'unité ONU sont indiquées dans le Tableau III.6. Il semblerait qu'un découplage de 30 dB soit suffisant pour presque tous les systèmes améliorés en WDMN et pour certains des systèmes vidéo améliorés, ce qui permettrait de définir la première classe de découplage. Un découplage de 40 dB est requis pour des cas exceptionnels d'évolution en WDMN ou pour de nombreux systèmes vidéo améliorés, ce qui permettrait de définir la deuxième classe de découplage.

Tableau III.6/G.983.3 – Classes de découplage

		Découplage garanti	
		en EB par rapport à BB (dB)	en BB par rapport à EB (dB)
Classe de découplage	Cas 1	f.f.s.	30
	Cas 2	f.f.s.	40
	Cas 3	f.f.s.	f.f.s.
f.f.s. = Pour complément d'étude			

III.4 Exemples de déploiement

Ce paragraphe donne des exemples de caractéristiques de filtres WDM comme la perte de puissance et le découplage lors du déploiement de ce système.

III.4.1 Modèle à étudier

La Figure III.2 montre un exemple de modèle.

Afin de calculer la valeur du découplage, il convient de tenir compte du rapport SNR de trois récepteurs comme OLT-Rx, ONU-Rx et E-Rx, pour chacun desquels il faut examiner la grandeur de la puissance optique brouilleuse et la puissance du signal.

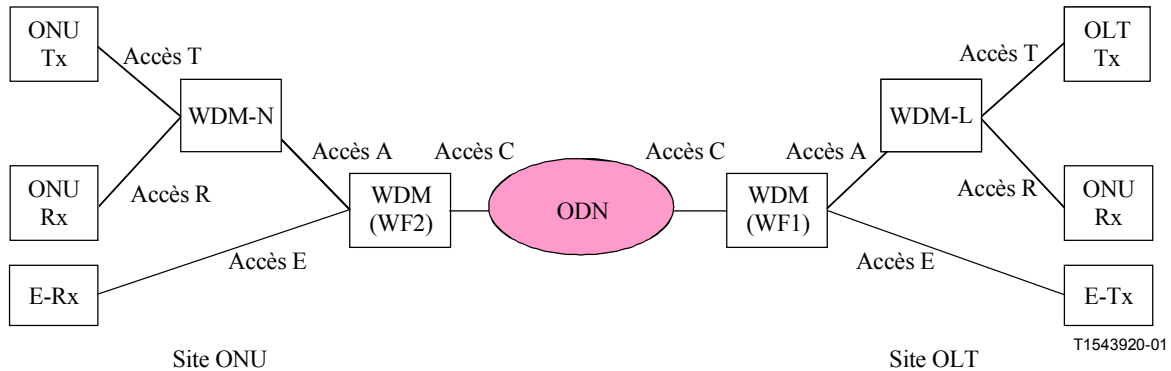


Figure III.2/G.983.3 – Modèle de calcul

III.4.1.1 Rapport SNR du récepteur OLT-Rx

La Figure III.3 montre les signaux de bruit reçus dans le récepteur OLT-Rx.

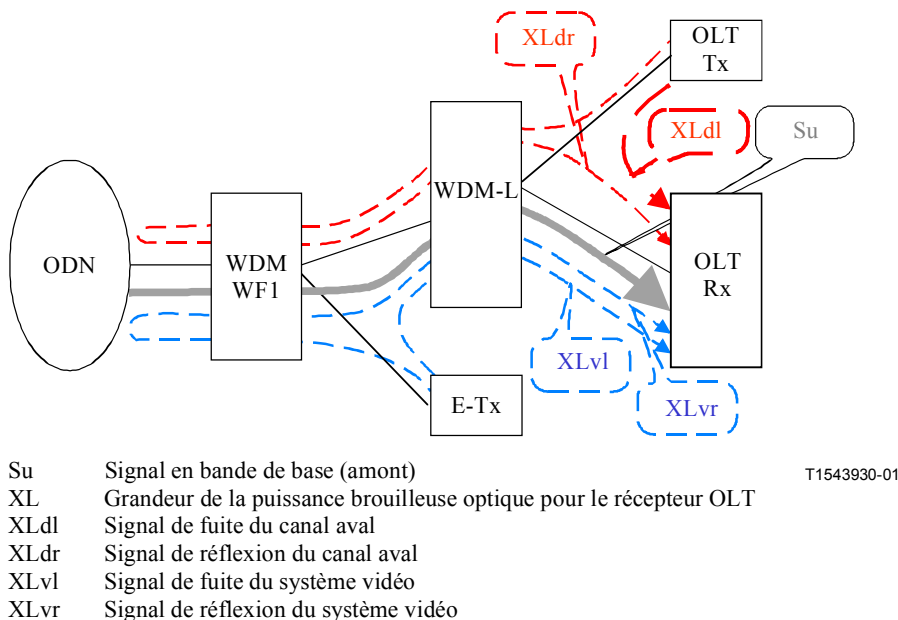


Figure III.3/G.983.3 – Signaux de bruit dans le récepteur OLT-Rx

Ensuite, la grandeur de la puissance brouilleuse optique est donnée par l'équation (III-4).

$$XL[\text{dBm}] = 10 \times \log(XL[\text{mW}]) \quad (\text{III-4})$$

où:

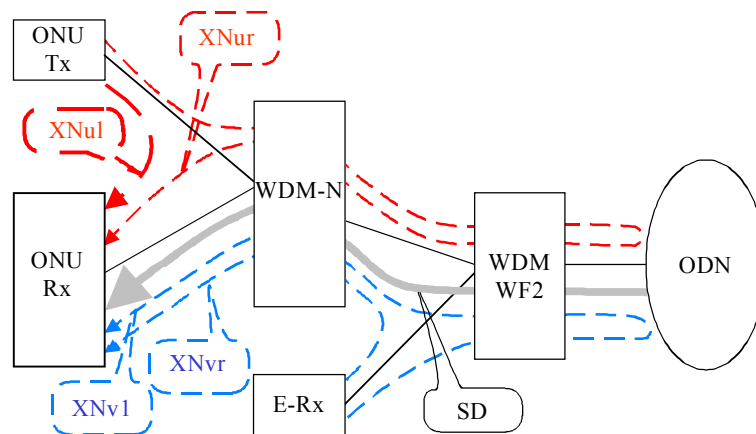
$$XL[\text{mW}] = XLdl[\text{mW}] + XLdr[\text{mW}] + XLvl[\text{mW}] + XLvr[\text{mW}]$$

Donc, si la puissance optique réfléchie est inférieure d'au moins 10 dB à la puissance du signal, l'équation (III-5) est satisfaite.

$$Su[\text{dBm}] - XL[\text{dBm}] \geq 10[\text{dB}] \quad (\text{III-5})$$

III.4.1.2 Rapport SNR du récepteur ONU-Rx

La Figure III.4 montre les signaux de bruit reçus dans le récepteur ONU-Rx.



T1543940-01

Sd	Signal de base (aval)
XN	Grandeur de la puissance brouilleuse optique pour le récepteur ONU
XNul	Signal de fuite du canal amont
XNur	Signal de réflexion du canal amont
XNvl	Signal de fuite du système vidéo
XNvr	Signal de réflexion du système vidéo

Figure III.4/G.983.3 – Signaux de bruit dans le récepteur ONU-Rx

Ensuite, la grandeur de la puissance brouilleuse optique est donnée par l'équation (III-6).

$$XN[\text{dBm}] = 10 \times \log(XN[\text{mW}]) \quad (\text{III-6})$$

où:

$$XN[\text{mW}] = XNul[\text{mW}] + XNur[\text{mW}] + XNvl[\text{mW}] + XNvr[\text{mW}]$$

Donc, si la puissance optique réfléchie est inférieure d'au moins 10 dB à la puissance du signal, l'équation (III-7) est satisfaite.

$$Sd[\text{dBm}] - XN[\text{dBm}] \geq 10[\text{dB}] \quad (\text{III-7})$$

III.4.1.3 Rapport SNR du récepteur E-Rx

La Figure III.5 montre les signaux de bruit reçus dans le récepteur E-Rx.

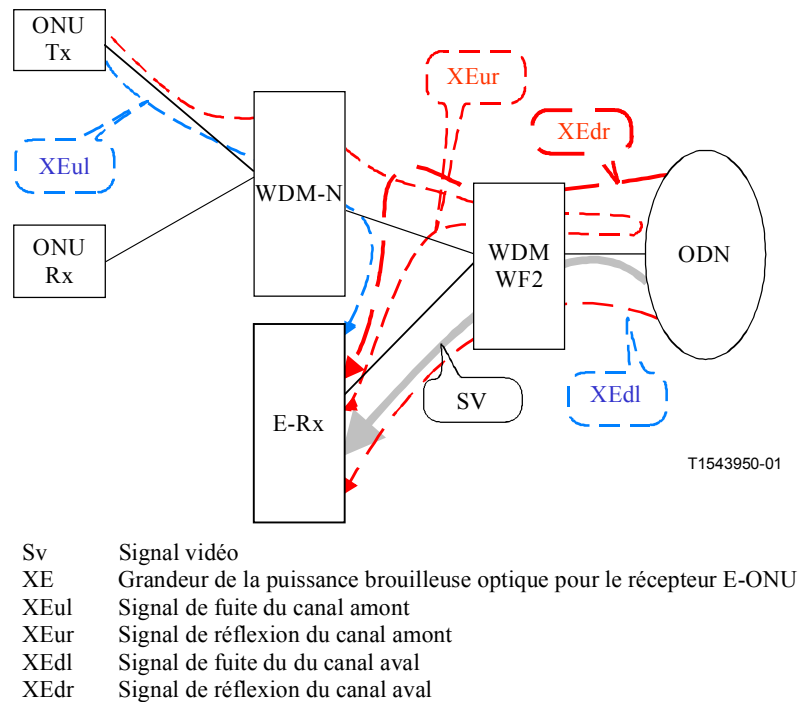


Figure III.5/G.983.3 – Signaux de bruit dans le récepteur E-Rx

Ensuite, la grandeur de la puissance brouilleuse optique (XE) est donnée par l'équation (III-8).

$$XE[\text{dBm}] = 10 \times \log(XE[\text{mW}]) \quad (\text{III-8})$$

où:

$$XE[\text{mW}] = XEul[\text{mW}] + XEur[\text{mW}] + XEdl[\text{mW}] + XEdr[\text{mW}]$$

Ainsi, l'équation (III-9) est satisfaite.

$$Sv[\text{dBm}] - XE[\text{dBm}] \geq (*)[\text{dB}] \quad (\text{III-9})$$

(*) Dépend de la spécification du signal du système vidéo. Voir III.4.2.3.

III.4.2 En cas de QAM-64

– Hypothèse du signal en bande de base

- 155 Mbit/s – Classe B

$$P_{\text{out}}(\text{ATM-OLT}) = -2,5 \text{ à } +2 \text{ [dBm] @ODN-I/F}$$

$$P_{\text{in}}(\text{ATM-OLT}) = -8 \text{ à } -31,5 \text{ [dBm] @ODN-I/F}$$

$$P_{\text{out}}(\text{ATM-ONU}) = -5,5 \text{ à } +2 \text{ [dBm] @ODN-I/F}$$

$$P_{\text{in}}(\text{ATM-ONU}) = -8 \text{ à } -28,5 \text{ [dBm] @ODN-I/F}$$

- Tout l'affaiblissement d'insertion WDM de l'accès de transfert à toutes les longueurs d'onde est compris entre 0 et 1,5 dB.
- L'affaiblissement ORL du réseau ODN est de 32 dB; l'affaiblissement ORL de l'équipement à la longueur d'onde du récepteur est de 20 dB.

- Hypothèse du signal QAM-64:
 - modulation QAM-64 et 40 porteuses pour la vidéo (un rapport SNR de 27,4 dB est requis).
 $P_{out}(\text{vidéo}) = +7 \text{ à } +10 \text{ [dBm]} @\text{ODN I/F}$
 $P_{in}(\text{vidéo}) = 0 \text{ à } -18 \text{ [dBm]} @\text{ODN I/F}$
 - Gamme de fréquences: 54 MHz ~ 750 MHz
 - Espacement des porteuses: 6 MHz
 - Rapport SNR requis: 28 dB

III.4.2.1 Calcul du récepteur OLT-Rx

$$S_u \text{ [dBm]} = -31,5 \text{ [dBm]} - 1,5 \text{ [dB]} - 1,5 \text{ [dB]}$$

$$X_{Ldl} \text{ [dBm]} = +2 \text{ [dBm]} - LLTR_d \text{ [dB]}$$

$$X_{Ldr} \text{ [dBm]} = +2 \text{ [dBm]} - 32 \text{ [dB]} - 0 \text{ [dB]} - LLAR_d \text{ [dB]}$$

$$X_{Lvl} \text{ [dBm]} = +10 \text{ [dBm]} - LWF1EA_v \text{ [dB]} - LLAR_v \text{ [dB]}$$

$$X_{Lvr} \text{ [dBm]} = +10 \text{ [dBm]} - 32 \text{ [dB]} - LWF1CA_v \text{ [dB]} - LLAR_v \text{ [dB]}$$

A partir de l'équation (III-4) et de l'équation (III-5), un exemple de caractéristiques WDM se présente comme suit:

$$LLTR_d = 50 \text{ [dB]} \text{ (Affaiblissement du canal aval en WDM-L de l'accès T à l'accès R)}$$

$$LLAR_d = 20 \text{ [dB]} \text{ (Affaiblissement du canal aval en WDM-L de l'accès A à l'accès R)}$$

$$LWF1EA_v = 50 \text{ [dB]} \text{ (Affaiblissement du système vidéo en WDM-WF1 de l'accès E à l'accès A)}$$

$$LLAR_v = 20 \text{ [dB]} \text{ (Affaiblissement du système vidéo en WDM-L de l'accès A à l'accès R)}$$

$$LWF1CA_v = 20 \text{ [dB]} \text{ (Affaiblissement du système vidéo en WDM-WF1 de l'accès C à l'accès A)}$$

III.4.2.2 Calcul du récepteur ONU-Rx

$$S_d \text{ [dBm]} = -28,5 \text{ [dBm]} - 1,5 \text{ [dB]} - 1,5 \text{ [dB]}$$

$$X_{Nul} \text{ [dBm]} = +2 \text{ [dBm]} - LNTR_u \text{ [dB]}$$

$$X_{Nur} \text{ [dBm]} = +2 \text{ [dBm]} - 32 \text{ [dB]} - 0 \text{ [dB]} - LNAR_u \text{ [dB]}$$

$$X_{Nvl} \text{ [dBm]} = (-18 \text{ [dBm]} + 3 \text{ [dB]}) - LWF2CA_v \text{ [dB]} - 0 \text{ [dB]}$$

$$X_{Nvr} \text{ [dBm]} = (-18 \text{ [dBm]} + 3 \text{ [dB]}) - 0 \text{ [dB]} - 20 \text{ [dB]} - LWF2EA_v \text{ [dB]} - 0 \text{ [dB]}$$

$$3 \text{ [dB]} = +10 \text{ [dBm]} - (+7 \text{ [dBm]})$$

A partir de l'équation (III-6) et de l'équation (III-7), un exemple de caractéristiques WDM se présente comme suit:

$$LNTR_u = 50 \text{ [dB]} \text{ (Affaiblissement du canal amont en WDM-N de l'accès T à l'accès R)}$$

$$LNAR_u = 20 \text{ [dB]} \text{ (Affaiblissement du canal amont en WDM-N de l'accès A à l'accès R)}$$

$$LWF2CA_v = 29 \text{ [dB]} \text{ (Affaiblissement du système vidéo en WDM-WF2 de l'accès C à l'accès A)}$$

$$LWF2EA_v = 20 \text{ [dB]} \text{ (Affaiblissement du système vidéo en WDM-WF2 de l'accès E à l'accès A)}$$

III.4.2.3 Calcul du récepteur E-Rx

Le rapport S/X pour un vidéorécepteur nécessite 27,4 dB pour émettre 40 porteuses avec -18 dBm de puissance reçue. Ainsi, l'équation (III-9 bis) est satisfaite.

$$S_v \text{ [dBm]} - X_E \text{ [dBm]} \geq 27,4 \text{ dB} \quad \text{(III-9 bis)}$$

$$S_v \text{ [dBm]} = -18 \text{ [dBm]} - 1,5 \text{ [dB]}$$

$$X_{Eul} \text{ [dBm]} = +2 \text{ [dBm]} - LWF2AEu \text{ [dB]}$$

$$X_{Eur} \text{ [dBm]} = +2 \text{ [dBm]} - 32 \text{ [dB]} - LWF2CEu \text{ [dB]}$$

$$X_{Edl} \text{ [dBm]} = (-27,5 \text{ [dBm]} + 4,5 \text{ [dB]}) - LWF2CED \text{ [dB]}$$

$$X_{Edr} \text{ [dBm]} = (-27,5 \text{ [dBm]} + 4,5 \text{ [dB]}) - 0 \text{ [dB]} - 20 \text{ [dB]} - LWF2AEd \text{ [dB]}$$

$$4,5 \text{ [dB]} = +2 \text{ [dBm]} - (-2,5 \text{ [dBm]})$$

A partir de l'équation (III-8) et de l'équation (III-9 bis), l'exemple de caractéristiques WDM se présente comme suit:

LWF2AEu = 50 [dB] (Affaiblissement du canal amont en WDM-WF2 de l'accès A à l'accès E)

LWF2CEu = 31,5 [dB] (Affaiblissement du canal amont en WDM-WF2 de l'accès C à l'accès E)

LWF2CED = 31,5 [dB] (Affaiblissement du canal aval en WDM-WF2 de l'accès C à l'accès E)

LWF2AEd = 20 [dB] (Affaiblissement du canal aval en WDM-WF2 de l'accès A à l'accès E)

III.4.3 Caractéristiques du filtre

D'après une estimation de III.4.2.1, III.4.2.2 et III.4.2.3, les caractéristiques requises du filtre sont indiquées dans les Tableaux III.7 et III.8.

Tableau III.7/G.983.3 – Caractéristiques requises du filtre (côté OLT)

	WF1				WDM-L				
	Accès	Longueur d'onde	Min.	Max.		Accès	Longueur d'onde	Min.	Max.
LWF1Acd	A→C	Aval	0	1,5	LLTAd	T→A	Aval	0	1,5
LWF1CAu	C→A	Amont	0	1,5	LLARu	A→R	Amont	–	1,5
LWF1CEv	C→E	Vidéo	0	1,5	LLATv	A→T	Vidéo	–	–
LWF1CED	C→E	Aval	–	–	LLARd	A→R	Aval	20	–
LWF1CEu	C→E	Amont	–	–	LLATu	A→T	Amont	–	–
LWF1CAv	C→A	Vidéo	20	–	LLARv	A→R	Vidéo	20	–
LWF1AEd	A→E	Aval	–	–	LLTRd	T→R	Aval	50	–
LWF1AEu	A→E	Amont	–	–	LLRTu	R→T	Amont	–	–
LWF1EAv	E→A	Vidéo	50	–	LLTRv	T→R	Vidéo	–	–

Tableau III.8/G.983.3 – Caractéristiques requises du filtre (côté ONU)

WF1					WDM-L				
	Accès	Longueur d'onde	Min.	Max.		Accès	Longueur d'onde	Min.	Max.
LWF2Acu	A→C	Amont	0	1,5	LNTAu	T→A	Amont	0	1,5
LWF2CAAd	C→A	Aval	0	1,5	LNARd	A→R	Aval	–	1,5
LWF2CEv	C→E	Vidéo	0	1,5	LNARv	A→T	Vidéo	0	–
LWF2CEu	C→E	Amont	31,5	–	LNARu	A→R	Amont	20	–
LWF2CED	C→E	Aval	31,5	–	LNATd	A→T	Aval	–	–
LWF2CAv	C→A	Vidéo	29	–	LNATv	A→R	Vidéo	–	–
LWF2AEu	A→E	Amont	50	–	LNTRu	T→R	Amont	50	–
LWF2AEd	A→E	Aval	20	–	LNRTd	R→T	Aval	–	–
LWF2EAv	E→A	Vidéo	20	–	LNTTv	T→R	Vidéo	–	–

Le découplage est défini comme étant la différence d'affaiblissement entre deux longueurs d'onde mesurées au même accès. L'on peut donc calculer le "découplage" au moyen des Tableaux III.7 et III.8.

Découplage à WDM-WF1: séparation du signal en bande de base amont du signal en bande d'amélioration.

$$LWF1CAv(\min) \text{ [dB]} - LWF1CAu(\max) \text{ [dB]} = 20 \text{ [dB]} - 1,5 \text{ [dB]} = \mathbf{18,5 \text{ [dB]}}$$

Découplage à WDM-WF2: séparation du signal en bande d'amélioration du signal en bande de base amont.

$$LWF2CEu(\min) \text{ [dB]} - LWF2CEv(\max) \text{ [dB]} = 31,5 \text{ [dB]} - 1,5 \text{ [dB]} = \mathbf{30 \text{ [dB]}}$$

Découplage à WDM-WF2: séparation du signal en bande d'amélioration du signal en bande de base aval.

$$LWF2CED(\min) \text{ [dB]} - LWF2CEv(\max) \text{ [dB]} = 31,5 \text{ [dB]} - 1,5 \text{ [dB]} = \mathbf{30 \text{ [dB]}}$$

Découplage à WDM-WF2: séparation du signal en bande de base aval du signal en bande d'amélioration.

$$LWF2CAv(\min) \text{ [dB]} - LWF2CAAd(\max) \text{ [dB]} = 29 \text{ [dB]} - 1,5 \text{ [dB]} = \mathbf{27,5 \text{ [dB]}}$$

APPENDICE IV

Effet du facteur d'adaptation optique du réseau ODN

IV.1 Introduction

Chaque modèle de réseau possède son propre affaiblissement d'adaptation optique (ORL) de réseau ODN, auquel le réseau BPON est sensible. Le présent appendice décrit la relation entre certains types d'adaptation optique à examiner, le découplage WDM de l'unité ONU et de la terminaison OLT et le facteur d'adaptation optique de l'équipement ONU pour l'émetteur et le récepteur chaque fois que l'affaiblissement ORL du réseau ODN est de 32 dB ou de 20 dB.

Les considérations d'ordre fondamental ont déjà été exposées dans l'Appendice II/G.983.1. Des considérations analogues sont applicables et étendues aux réseaux BPON-ODN y compris les effets dus aux éléments E-ONU et E-OLT en bande d'amélioration.

Lors du calcul des paramètres optiques, l'on part du principe que le facteur d'adaptation optique de l'équipement ONU et E-ONU est de -20 dB pour le récepteur et également de -20 dB pour le récepteur d'un équipement OLT et E-OLT. Le présent appendice décrit les équations conditionnelles et les résultats de calcul pour le facteur d'adaptation optique qui limitent ces paramètres.

NOTE – Le bruit total admissible dans le récepteur, composé de réflexions multiples ainsi que de puissance optique de fuite, peut être inférieur de 10 dB au plus bas niveau du signal. Etant donné que la puissance admissible de chaque composante de bruit doit faire l'objet d'un complément d'étude, les § IV.2 et IV.3 ci-après décrivent provisoirement l'hypothèse où chaque composante de bruit est inférieure d'au moins 10 dB au signal. Il conviendra de modifier et d'interpréter cette hypothèse de façon à définir une valeur un peu supérieure à 10 dB, par exemple de 13 dB, en fonction de la puissance de bruit admissible attribuée à chaque composante de bruit comme les réflexions et la puissance de fuite.

IV.2 Effet de l'affaiblissement d'adaptation optique dans la bande de base du réseau ODN

IV.2.1 Modèle de facteur de réflexion énergétique à étudier

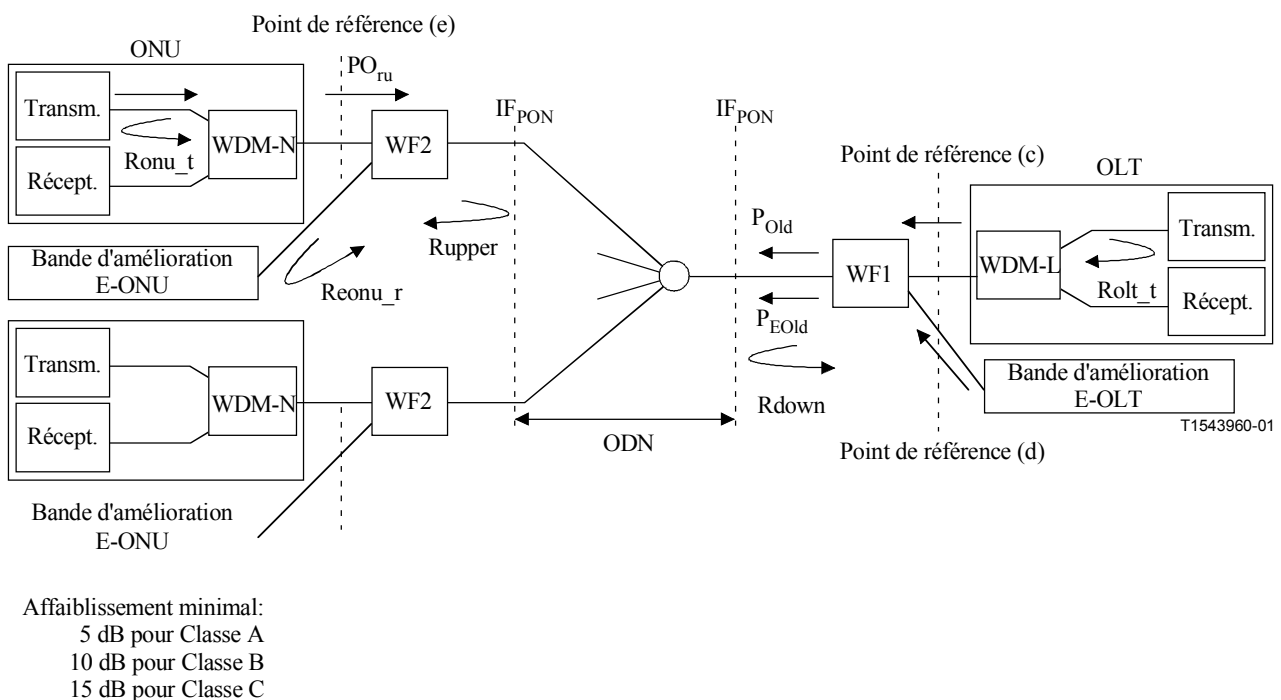


Figure IV.1/G.983.3 – Modèle de facteur de réflexion énergétique à étudier

Les notations suivantes sont utilisées dans cet appendice:

- P_{Oru_n} Puissance de sortie optique de l'émetteur ONU #n à O_{ru}
- P_{OId} Puissance de sortie optique de l'émetteur OLT à O_{Id}
- P_{EOId} Puissance de sortie optique de l'émetteur E-OLT à O_{Id}
- R_{ONU_t} Facteur de réflexion énergétique de l'émetteur ONU
- R_{OLT_t} Facteur de réflexion énergétique de l'émetteur OLT
- R_{ONU_r} Facteur de réflexion énergétique du récepteur E-ONU

Rupper	Affaiblissement ORL du réseau ODN à O_{ru} et O_{rd}
Raval	Affaiblissement ORL du réseau ODN à O_{ld} et O_{lu}
L_{ODN-BB}	Affaiblissement optique de la bande de base dans le réseau ODN
L_{ODN-EB}	Affaiblissement optique de la bande d'amélioration dans le réseau ODN
L_{WF1}	Affaiblissement d'insertion de WF1
L_{WF2}	Affaiblissement d'insertion de WF2
I_{olt_t}	Découplage de WDM pour l'émetteur OLT
I_{olt_r}	Découplage de WDM pour le récepteur OLT
I_{onu_r}	Découplage de WDM pour le récepteur ONU
I_{WF1}	Découplage de WF1 pour la bande de base
I_{WF2}	Découplage de WF2 pour la bande de base

Ces valeurs sont toutes traitées comme étant positives dans cet appendice.

Les hypothèses suivantes sont retenues pour les exemples:

- $L_{ODN-BB} = L_{ODN-EB}$
- Affaiblissement d'insertion minimal pour WF1 et WF2 = 0 dB.
- Affaiblissement d'insertion entre l'accès au point de référence (c) et l'accès du côté IF_{PON} de WF1 identique pour les longueurs d'onde en bande de base de 1,3 μm et de 1,5 μm en amont/aval.
- Affaiblissement d'insertion entre l'accès au point de référence (e) et l'accès du côté IF_{PON} de WF2 identique pour les longueurs d'onde en bande de base de 1,3 μm et de 1,5 μm en amont/aval.

IV.2.2 Influence du facteur de réflexion énergétique injecté dans le récepteur ONU

La Figure IV.2 montre le chemin des signaux de réflexion énergétique à étudier. L'équation (IV-1) doit être satisfaite:

$$P_{Oru_1} - Rupper - I_{onu_r} < (\text{puissance brouilleuse optique admissible}) \quad (IV-1)$$

Dans l'hypothèse où la puissance brouilleuse optique admissible est égale à (sensibilité minimale -10 dB), puissance brouilleuse optique admissible = $P_{min}(A,B,C) - 10$ dB. $P_{min}(A,B,C)$ désigne la sensibilité minimale au point de référence (e) pour les classes A, B, C décrites dans le Tableau V.1.

Ensuite la valeur I_{onu_r} est estimée et résumée dans le Tableau IV.1.

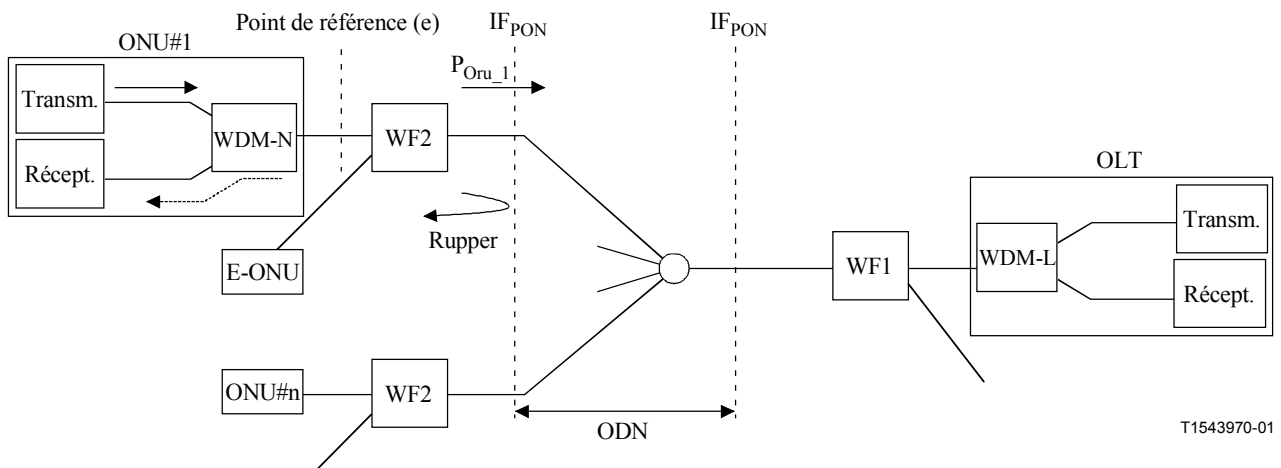


Figure IV.2/G.983.3 – Modèle pour l'énergie incidente injectée dans le récepteur ONU

IV.2.3 Influence du facteur de réflexion énergétique injecté dans le récepteur OLT (dans la région du signal)

L'analyse de l'influence du facteur de réflexion énergétique injecté dans le récepteur OLT est effectuée dans deux situations: dans la première, le signal réfléchi se superpose à la région du signal de salve amont et dans la seconde, le signal réfléchi se trouve dans la fenêtre de mesurage du délai, où il n'y a aucun signal.

Dans la région du signal, les trois cas suivants sont à étudier.

IV.2.3.1 Cas 1

La Figure IV.3 montre le chemin des signaux de réflexion énergétique. L'équation (IV-2) ci-dessous doit être satisfaite:

$$(\text{différence maximale des niveaux optiques du signal de salve}) - Rupper - 2L_{WF2} - Ronu_t \quad (IV-2) < (\text{taux admissible de puissance brouilleuse optique})$$

Dans l'hypothèse où le taux de puissance brouilleuse optique admissible est de -10 dB, l'on obtient les résultats du Tableau IV.1. Ici, l'affaiblissement de L_{WF2} est supposé être de 0 dB afin d'estimer le cas le moins favorable.

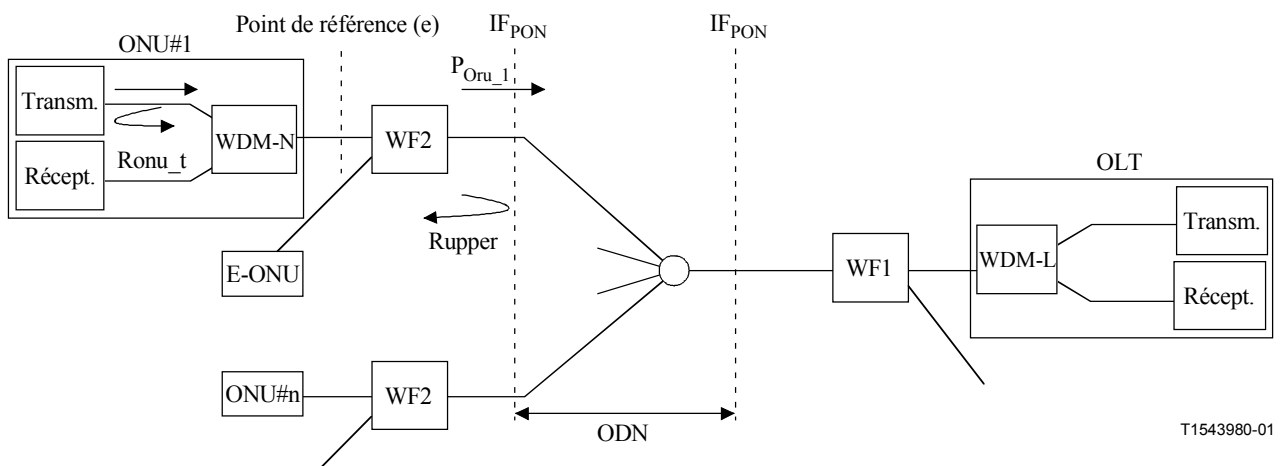


Figure IV.3/G.983.3 – Modèle 1 pour l'énergie incidente injectée dans le récepteur OLT

IV.2.3.2 Cas 2

La Figure IV.4 montre le chemin des signaux de réflexion énergétique. L'équation (IV-3) doit être satisfaite:

$$(différence\ maximale\ des\ niveaux\ optiques\ du\ signal\ de\ salve) - R_{olt_t} - R_{aval} - 2 L_{WF1} I_{olt_t} \quad (IV-3) < (puissance\ brouilleuse\ optique\ admissible)$$

Dans l'hypothèse où la puissance brouilleuse optique admissible est égale à -10 dB, l'on obtient le résultat du Tableau IV.1. Afin d'estimer le cas le moins favorable de I_{olt_t} , l'affaiblissement de L_{WF1} est supposé être de 0 dB.

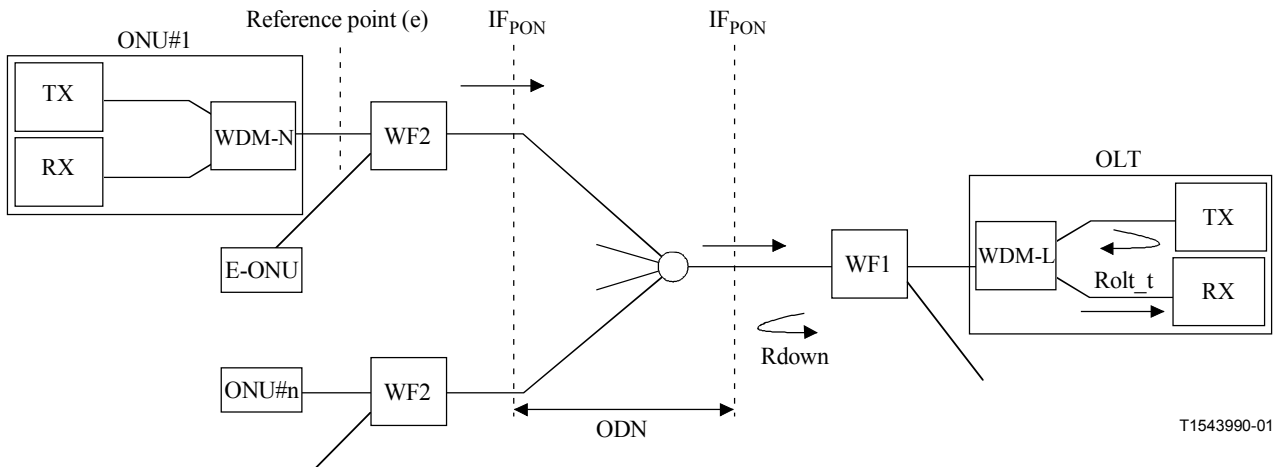


Figure IV.4/G.983.3 – Modèle 1 pour l'énergie incidente injectée dans le récepteur OLT

IV.2.3.3 Cas 3

La Figure IV.5 montre le chemin des signaux de réflexion énergétique. L'équation (IV-4) doit être satisfaite:

$$P_{old} - R_{aval} - I_{olt_r} < (puissance\ brouilleuse\ optique\ admissible) \quad (IV-4)$$

Dans l'hypothèse où la puissance brouilleuse optique admissible est égale à sensibilité minimale -10 dB, l'on obtient les résultats du Tableau IV.1.

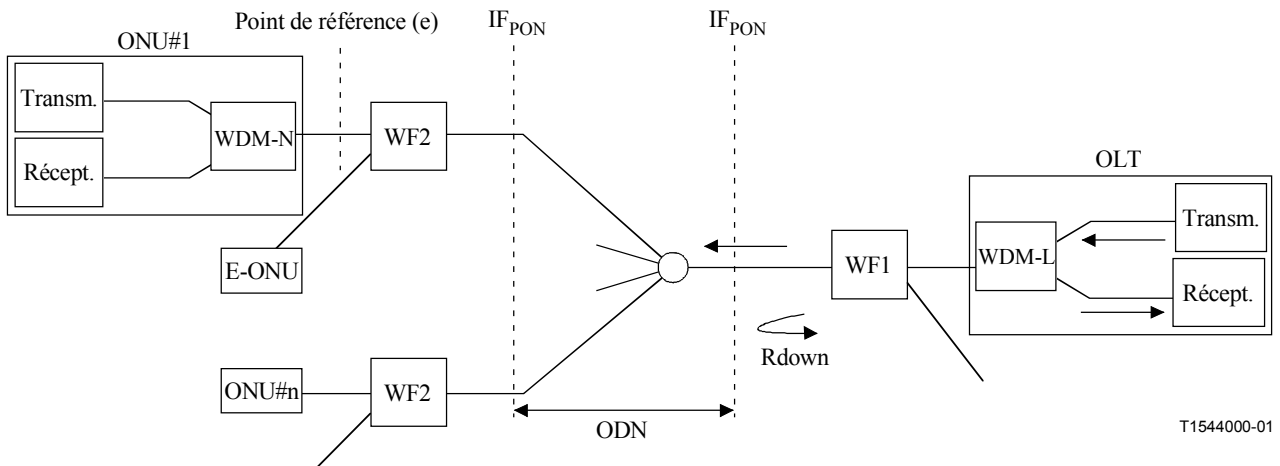


Figure IV.5/G.983.3 – Modèle 3 pour l'énergie incidente injectée dans le récepteur OLT

IV.2.4 Influence du facteur de réflexion énergétique injecté dans le récepteur OLT (dans la région d'absence de signal)

Dans la région d'absence de signal, les principaux cas du facteur de réflexion énergétique à étudier sont les deux suivants.

IV.2.4.1 Cas 1

La Figure IV.3 montre le chemin des signaux de réflexion énergétique. L'équation (IV-5) doit être satisfaite:

$$P_{\text{Oru}_n} - \text{Rupper} - 2L_{\text{WF2}} - \text{Ronu}_t - (\text{affaiblissement minimal sur le chemin optique}) \quad (\text{IV-5}) \\ < (\text{niveau de détermination de l'absence de signal})$$

Dans l'hypothèse où le niveau de détermination de l'absence de signal est égal à la sensibilité minimale -10 dB, l'on obtient le résultat (voir le Tableau IV.1). Afin d'estimer le cas le moins favorable de Ronu_t , l'affaiblissement de L_{WF2} est supposé être de 0 dB.

IV.2.4.2 Cas 2

La Figure IV.5 montre le chemin des signaux de réflexion énergétique. L'équation (IV-6) doit être satisfaite:

$$P_{\text{Old}} - \text{Raval} - \text{Iolt}_r < (\text{niveau de détermination de l'absence de signal}) \quad (\text{IV-6})$$

Dans l'hypothèse où le niveau de détermination de l'absence de signal est égal à la sensibilité minimale -10 dB, l'on obtient les résultats du Tableau IV.1.

IV.2.5 Résumé des effets de l'affaiblissement d'adaptation optique dans la bande de base d'un réseau ODN

La méthode de calcul mentionnée ci-dessus est disponible pour le cas où le facteur de réflexion énergétique dans le réseau ODN est de -20 dB. Le Tableau IV.1 montre l'exigence pour les paramètres optiques lorsque l'affaiblissement ORL minimal du réseau ODN est de 32 dB et 20 dB.

Le paramètre de découplage en WDM relève de la réalisation et les valeurs relatives au paramètre de découplage en WDM du Tableau IV.1 ne sont qu'informatives. Le présent appendice inclut le facteur de réflexion énergétique de l'équipement ONU et OLT. Compte tenu des caractéristiques de la WDM, la valeur Ronu_t est égale au facteur de réflexion énergétique de l'unité ONU mesuré à la longueur d'onde de l'émetteur.

Lorsque l'affaiblissement ORL du réseau ODN est de 32 dB, le facteur de réflexion énergétique de l'émetteur ONU doit être inférieur à l'énergie optique incidente. Il doit être de 6 dB, ce qui est disponible dans un module FP-LD ordinaire.

Si l'affaiblissement ORL du réseau ODN est de 20 dB, le facteur de réflexion énergétique de l'émetteur ONU doit être inférieur à $13,5$ dB.

Comme mentionné ci-dessus, le facteur de réflexion énergétique maximal de l'émetteur ONU est sensible à la valeur de l'affaiblissement ORL du réseau ODN, qui dépend du réseau construit par l'exploitant commun. Si l'affaiblissement ORL du réseau ODN est de 32 dB et 20 dB, les valeurs du facteur de réflexion énergétique de l'équipement pour un émetteur ONU, indiquées dans le Tableau IV.1, sont applicables. Sinon, la valeur appropriée est calculée au moyen de la méthode de calcul mentionnée ci-dessus.

Tableau IV.1/G.983.3 – Valeurs du facteur de réflexion énergétique de l'émetteur ONU

ORL min. du réseau ODN	Classe	Paramètres optiques	Caractéristiques requises					
			A ^{a)}	B ^{a)}	C ^{a)}	D ^{a)}	E ^{a)}	F ^{a)}
32 dB	A	Découplage WDM pour le récepteur ONU	6,5					
		Découplage WDM pour l'émetteur ONU						
		Découplage WDM pour le récepteur OLT				3,5		3,5
		Découplage WDM pour l'émetteur OLT			Sans objet			
		Facteur de réflexion d'équipement pour l'émetteur ONU		0,5			1,5	
	B	Découplage WDM pour le récepteur ONU	8,5					
		Découplage WDM pour l'émetteur ONU						
		Découplage WDM pour le récepteur OLT				11,5		11,5
		Découplage WDM pour l'émetteur OLT			Sans objet			
		Facteur de réflexion d'équipement pour l'émetteur ONU		0,5			1,5	
	C	Découplage WDM pour le récepteur ONU	13,5					
		Découplage WDM pour l'émetteur ONU						
		Découplage WDM pour le récepteur OLT				16,5		16,5
		Découplage WDM pour l'émetteur OLT			Sans objet			
		Facteur de réflexion d'équipement pour l'émetteur ONU		0,5			1,5	
20 dB	A	Découplage WDM pour le récepteur ONU	18,5					
		Découplage WDM pour l'émetteur ONU						
		Découplage WDM pour le récepteur OLT				15,5		15,5
		Découplage WDM pour l'émetteur OLT			3,3			
		Facteur de réflexion d'équipement pour l'émetteur ONU		12,5			13,5	
	B	Découplage WDM pour le récepteur ONU	20,5					
		Découplage WDM pour l'émetteur ONU						
		Découplage WDM pour le récepteur OLT				23,5		23,5
		Découplage WDM pour l'émetteur OLT			3,3			
		Facteur de réflexion d'équipement pour l'émetteur ONU		12,5			13,5	
	C	Découplage WDM pour le récepteur ONU	25,5					
		Découplage WDM pour l'émetteur ONU						
		Découplage WDM pour le récepteur OLT				28,5		28,5
		Découplage WDM pour l'émetteur OLT			3,3			
		Facteur de réflexion d'équipement pour l'émetteur ONU		12,5			13,5	
^{a)} A, B, C, D, E et F représentent respectivement l'équation (IV-1), l'équation (IV-2), l'équation (IV-3), l'équation (IV-4), l'équation (IV-5) et l'équation (IV-6).								

IV.3 Influence du facteur de réflexion énergétique de la bande d'amélioration à la bande de base

IV.3.1 Influence du facteur de réflexion énergétique injecté dans le récepteur OLT en provenance de la bande d'amélioration

Un service utilisant les signaux en bande d'amélioration peut dégrader la qualité du service en bande de base (ATM-PON) et vice-versa. Trois types de réflexion du signal de bande d'amélioration sont pris en considération. L'un est la réflexion provenant du réseau ODN, et les autres sont les réflexions provenant de l'unité E-ONU et du filtre de blocage.

IV.3.1.1 Cas 1

La Figure IV.6 montre le chemin des signaux de réflexion énergétique en provenance du réseau ODN. L'équation (IV-7) doit être satisfaite:

$$P_{Eold} - R_{down} - I_{olt_r} - I_{WF1} < (\text{niveau de détermination de l'absence de signal}) \quad (IV-7)$$

Dans l'hypothèse où le niveau de détermination de l'absence de signal est égal à la sensibilité minimale -10 dB, l'on obtient la condition pour I_{WF1} . L'exemple pour le découplage requis de I_{WF1} est indiqué dans le Tableau IV.2. Comme exemple de conditions, voir le Tableau IV.1 et le Tableau V.1.

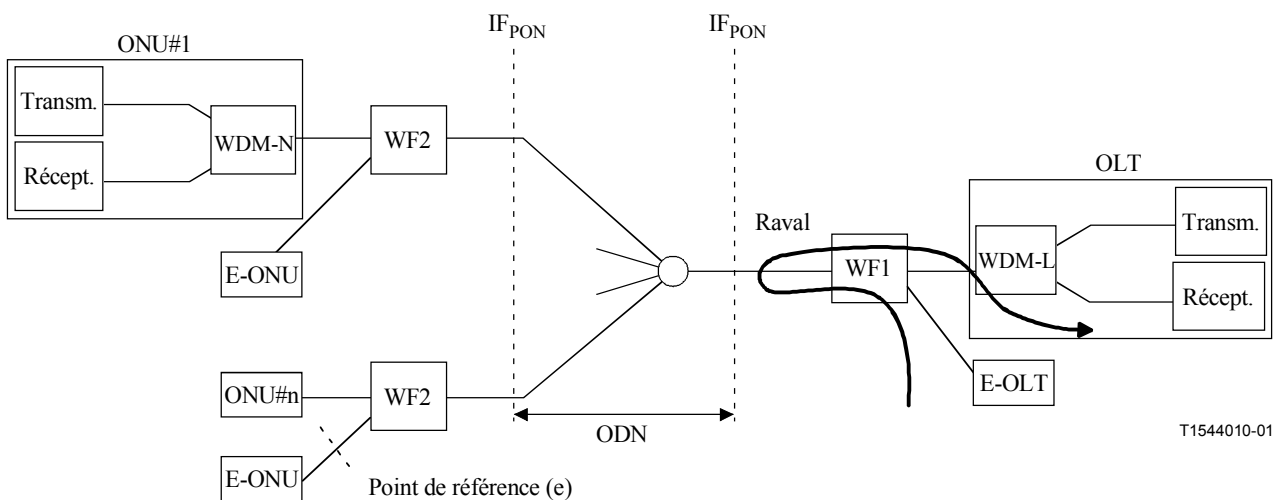


Figure IV.6/G.983.3 – Modèle 4 pour l'énergie incidente injectée dans le récepteur OLT

Tableau IV.2/G.983.3 – Affaiblissement ORL en fonction du découplage dans WF1

ORL min. de l'ODN	Classe	Exemple de conditions			I_{WF1} (dB) requis
		P_{Eold} (dBm)	I_{olt_r} (dB)	P_{min} (dBm)	
32 dB	A	+16	3,5	-28,5	19
	B		11,5	-31,5	14
	C		16,5	-34,5	12
20 dB	A		15,5	-28,5	19
	B		23,5	-31,5	14
	C		28,5	-34,5	12

IV.3.1.2 Cas 2

La Figure IV.7 montre le chemin des signaux de réflexion énergétique en provenance de l'unité E-ONU. L'équation (IV-8) doit être satisfaite:

$$\Sigma (P_{Eoid} - 2 L_{ODN-EB} - Reonu_r) - Iolt_r - I_{WF1} < (\text{niveau de détermination de l'absence de signal}) \quad (IV-8)$$

Ici, la première sommation Σ indique une réflexion en provenance de toutes les unités E-ONU connectées. En d'autres termes,

$$P_{Eoid} - 2 L_{ODN-EB} - Reonu_r + 10 \times \text{Log}N - Iolt_r - I_{WF1} < (\text{niveau de détermination de l'absence de signal}).$$

Ici, N indique le nombre d'unités E-ONU connectées.

Dans l'hypothèse où le niveau de détermination de l'absence de signal est égal à la sensibilité minimale -10 dB, l'on obtient la condition pour I_{WF1} . L'exemple pour le découplage requis de I_{WF1} est indiqué dans le Tableau IV.3. L'affaiblissement minimal du réseau ODN et la valeur appropriée du nombre N sont pris comme hypothèse. Comme exemple de conditions, voir les Tableaux IV.1 et V.1.

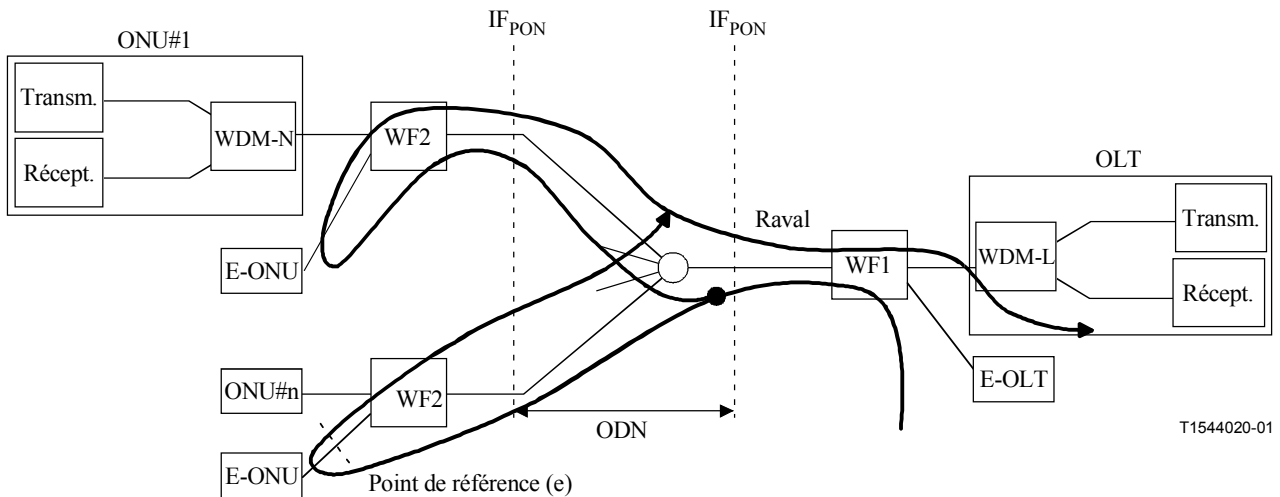


Figure IV.7/G.983.3 – Modèle 5 pour l'énergie incidente injectée dans le récepteur OLT

Tableau IV.3/G.983.3 – Affaiblissement ORL en fonction du découplage dans WF1

Aff. ORL min. du réseau ODN	Conditions d'hypothèse							I_{WF1} (dB) requis
	Classe d'ODN	Affaibl. de l'ODN (dB)	Nombre d'unités E-ONU N	P_{Eoid} (dBm)	$Iolt_r$ (dB)	$Pmin$ (dBm)	$Reonu_r$ (dB)	
32 dB	A	5	2	+16	3,5	-28,5	20	24
	B	10	8		11,5	-31,5		15
	C	15	32		16,5	-34,5		9
20 dB	A	5	2		15,5	-28,5		12
	B	10	8		23,5	-31,5		3
	C	15	32		28,5	-34,5		sans objet

IV.3.1.3 Cas 3

Les scénarios de déploiement décrits dans l'Appendice II illustrent un exemple de configuration avec un mélange d'unités ONU desservies seulement en bande de base et d'unités ONU desservies à la fois en bande de base et en bande d'amélioration. Dans ce cas, l'on peut appliquer des filtres de blocage pour utilisateurs de la seule bande de base. Certains types de filtre de blocage peuvent provoquer des réflexions et dégrader la qualité du signal.

La Figure IV.8 montre le chemin des signaux réfléchis en provenance de filtres de blocage. L'équation (IV-9) doit être satisfaite:

$$\Sigma (P_{EOld} - 2 L_{ODN-EB} - R_{WF2_r}) - I_{olt_r} - I_{WF1} < (\text{niveau de détermination de l'absence de signal}) \quad (IV-9)$$

Ici, R_{WF2_r} désigne le facteur de réflexion énergétique du filtre de blocage et la première sommation Σ indique la réflexion en provenance de tous les filtres de blocage connectés. En d'autres termes,

$$P_{EOld} - 2 L_{ODN-EB} - R_{WF2_r} + 10 \times \text{Log}N - I_{olt_r} - I_{WF1} < (\text{niveau de détermination de l'absence de signal}).$$

Ici, N indique le nombre de filtres de blocage connectés.

Dans l'hypothèse où le niveau de détermination de l'absence de signal est égal à la sensibilité minimale -10 dB, l'on obtient la condition pour R_{WF2_r} . Un exemple du facteur de réflexion requis à R_{WF2_r} est indiqué dans le Tableau IV.4. L'affaiblissement minimal du réseau ODN et la valeur appropriée du nombre N sont pris comme hypothèse. Le découplage de I_{WF1} est supposé être une des plus grandes valeurs du Tableau IV.2 et IV.3. Comme exemple de conditions, voir les Tableaux IV.1 et V.1.

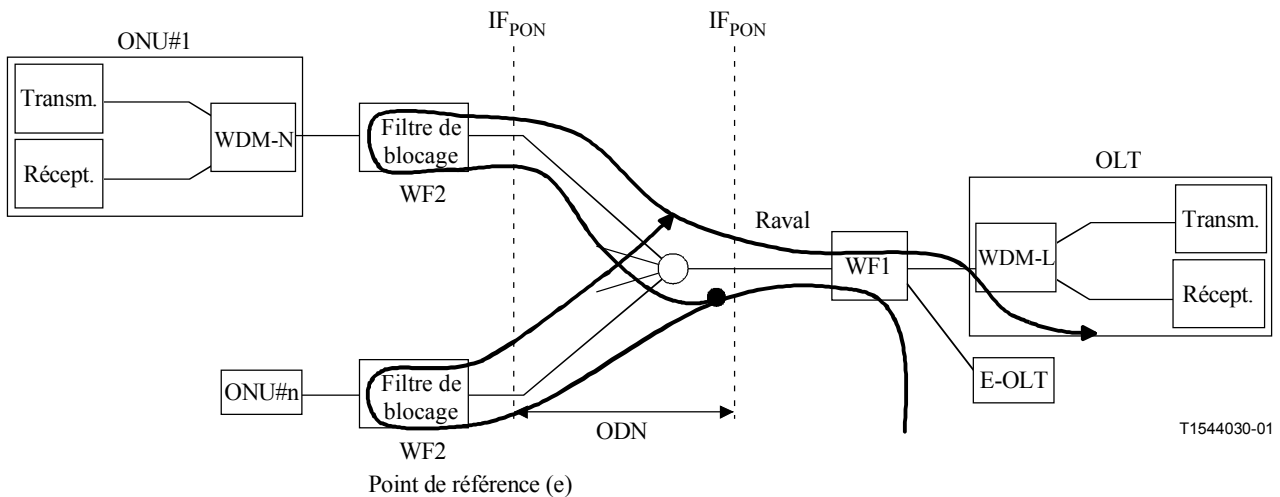


Figure IV.8/G.983.3 – Modèle 6 pour l'énergie incidente injectée dans le récepteur OLT

Tableau IV.4/G.983.3 – Affaiblissement ORL en fonction du découplage dans WF1

Affaibl. minimal du réseau ODN	Conditions d'hypothèse							R _{WF2_r} (dB) requis
	Classe d'ODN	Affaibl. de l'ODN (dB)	Nombre d'unités E-ONU N	P _{Eold} (dBm)	I _{olt_r} (dB)	P _{min} (dBm)	I _{WF1} (dB)	
32 dB	A	5	2	+16	3,5	-28,5	24	20
	B	10	8		11,5	-31,5	15	20
	C	15	32		16,5	-34,5	12	17
20 dB	A	5	2		15,5	-28,5	19	13
	B	10	8		23,5	-31,5	14	9
	C	15	32		28,5	-34,5	12	5

APPENDICE V

Paramètres optiques des points de référence (c) et (e) avec deux exemples de déploiement

V.1 Introduction

Les paramètres de puissance optique représentés ici pour les points de référence (c) et (e) sont des exemples visant à faciliter la réalisation.

V.2 Exemples de diagramme du niveau optique

V.2.1 Cas 1: Vue des paramètres optiques centrée sur le réseau ODN

Les exemples de paramètres optiques pour IF_{PON} sont censés être identiques à ceux qui ont été décrits dans l'Appendice I. L'étendue d'affaiblissement du réseau ODN est conforme à UIT-T G.982.

Dans ce cas, des exemples de diagrammes de niveau de puissance optique sont donnés ci-dessous.

Affaiblissement en WDM de WF1 = de 0 dB à 1,5 dB,

Affaiblissement en WDM de WF2 = de 0 dB à 1,5 dB.

Une pénalité de chemin optique de 1 dB est incluse aux points de référence R/S et S/R dans IF_{PON}.

Tableau V.1/G.983.3 – Diagramme de niveau de puissance optique (exemple)

	Réf.(e)		IF _{PON} (O _{ru} , O _{rd})		ODN loss		IF _{PON} (O _{lu} , O _{ld})		Réf.(e)	
Unité	dBm		dBm		dB		dBm		dBm	
Etendue	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Aval										
155M – Classe A	-30	-8	-28,5	-8	5	20	-7,5	-3	-6	-3
155M – Classe B	-30	-8	-28,5	-8	10	25	-2,5	2	-1	2
155M – Classe C	-33	-11	-31,5	-11	15	30	-0,5	4	1	4
622M – Classe A	-28	-6	-26,5	-6	5	20	-5,5	-1	-4	-1
622M – Classe B	-28	-6	-26,5	-6	10	25	-0,5	4	1	4
622M – Classe C	-33	-11	-31,5	-11	15	30	-0,5	4	1	4
Amont										
155M – Classe A	-6	0	-7,5	0	5	20	-28,5	-5	-30	-5
155M – Classe B	-4	2	-5,5	2	10	25	-31,5	-8	-33	-8
155M – Classe C	-2	4	-3,5	4	15	30	-34,5	-11	-36	-11

V.2.2 Cas 2: Vue des paramètres optiques centrée sur l'équipement

Les paramètres optiques aux points de référence (c) et (e) sont tels que spécifiés dans UIT-T G.983.1 et l'étendue d'affaiblissement de l'ODN est réduite par rapport à celle qui figure dans UIT-T G.982.

L'objet du présent paragraphe est d'étudier l'applicabilité aux réseaux BPON de modules optiques conformes à UIT-T G.983.1. La variation maximale de l'étendue d'affaiblissement dans le réseau ODN est réduite afin de compenser la dynamique supplémentaire qui est induite par WF1 et WF2. Les paramètres ODN appliqués sont indiqués dans le Tableau V.2.

En ce qui concerne la classe A de réseau ODN, les paramètres optiques ne sont pas spécifiés dans UIT-T G.983.1: le cas de cette classe n'est donc pas décrit.

Tableau V.2/G.983.3 – Paramètres ODN de couche dépendante du support physique

Eléments	Unité	Spécification
Type de fibre	–	UIT-T G.652
Etendue d'affaiblissement	dB	Classe réduite B avec étendue d'affaiblissement: 10-22 Classe réduite C avec étendue d'affaiblissement: 15-27
Affaiblissement différentiel sur le chemin optique	dB	12
Pénalité maximale du chemin optique	dB	1
Portée logique différentielle maximale	km	20
Distance de fibre maximale entre points S/R et R/S	km	20
Rapport de division minimal pris en charge	–	Limité par l'affaiblissement sur le chemin optique et par les limites d'adressage d'unité ONU. Réseau PON avec diviseurs optiques passifs (partage en 16 ou 32 voies)
Transmission dans les deux sens	–	WDM monofibre (système bifibre hors du domaine d'application de la présente Recommandation)
Longueur d'onde de maintenance	nm	A définir

Dans ce cas, les exemples de diagramme de niveau de puissance optique sont donnés ci-dessous.

Affaiblissement en WDM de WF1 = de 0 dB à 1,5 dB, affaiblissement en WDM de WF2 = de 0 dB à 1,5 dB.

La pénalité de chemin optique de 1 dB est incluse aux points de référence R/S et S/R dans IF_{PON} .

Tableau V.3/G.983.3 – Diagramme de niveau de puissance optique (exemple)

	Réf. (e)		IF_{PON} (O_{ru} , O_{rd})		Affaibl. ODN		IF_{PON} (O_{lu} , O_{ld})		Réf. (e)	
Unité	dBm		dBm		dB		dBm		dBm	
Etendue	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
Aval										
155M – Classe réduite B	-30	-8	-28,5	-8	10	22	-5,5	2	-4	2
155M – Classe réduite C	-33	-11	-31,5	-11	15	27	-3,5	4	-2	4
622M – Classe réduite B	-28	-6	-26,5	-6	10	22	-3,5	4	-2	4
622M – Classe réduite C	-33	-11	-31,5	-11	15	27	-3,5	4	-2	4
Amont										
155M – Classe réduite B	-4	2	-5,5	2	10	22	-28,5	-8	-30	-8
155M – Classe réduite C	-2	4	-3,5	4	15	27	-31,5	-11	-33	-11

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