

UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

G.661

(03/2006)

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

Caractéristiques des supports de transmission –
Caractéristiques des composants et sous-systèmes
optiques

Définition et méthodes de mesure des paramètres génériques relatifs aux dispositifs et sous-systèmes amplificateurs optiques

Recommandation UIT-T G.661

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

CONNEXIONS ET CIRCUITS TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX	G.100–G.199
CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES COMMUNES À TOUS LES SYSTÈMES ANALOGIQUES À COURANTS PORTEURS	G.200–G.299
CARACTÉRISTIQUES INDIVIDUELLES DES SYSTÈMES TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX À COURANTS PORTEURS SUR LIGNES MÉTALLIQUES	G.300–G.399
CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES SYSTÈMES TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX HERTZIENS OU À SATELLITES ET INTERCONNEXION AVEC LES SYSTÈMES SUR LIGNES MÉTALLIQUES	G.400–G.449
COORDINATION DE LA RADIOTÉLÉPHONIE ET DE LA TÉLÉPHONIE SUR LIGNES	G.450–G.499
CARACTÉRISTIQUES DES SUPPORTS DE TRANSMISSION	G.600–G.699
Généralités	G.600–G.609
Paires symétriques en câble	G.610–G.619
Câbles terrestres à paires coaxiales	G.620–G.629
Câbles sous-marins	G.630–G.649
Câbles à fibres optiques	G.650–G.659
Caractéristiques des composants et sous-systèmes optiques	G.660–G.699
EQUIPEMENTS TERMINAUX NUMÉRIQUES	G.700–G.799
RÉSEAUX NUMÉRIQUES	G.800–G.899
SECTIONS NUMÉRIQUES ET SYSTÈMES DE LIGNES NUMÉRIQUES	G.900–G.999
QUALITÉ DE SERVICE ET DE TRANSMISSION – ASPECTS GÉNÉRIQUES ET ASPECTS LIÉS À L'UTILISATEUR	G.1000–G.1999
CARACTÉRISTIQUES DES SUPPORTS DE TRANSMISSION	G.6000–G.6999
DONNÉES SUR COUCHE TRANSPORT – ASPECTS GÉNÉRIQUES	G.7000–G.7999
ASPECTS RELATIFS AUX PROTOCOLES EN MODE PAQUET SUR COUCHE TRANSPORT	G.8000–G.8999
RÉSEAUX D'ACCÈS	G.9000–G.9999

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

Recommandation UIT-T G.661

Définition et méthodes de mesure des paramètres génériques relatifs aux dispositifs et sous-systèmes amplificateurs optiques

Résumé

La présente Recommandation définit les paramètres communs aux différents types d'amplificateurs optiques et les méthodes d'essai de ces paramètres qui doivent être observés, dans la mesure du possible, pour les dispositifs et sous-systèmes amplificateurs optiques visés par des Recommandations de l'UIT-T.

Source

La Recommandation UIT-T G.661 a été approuvée le 29 mars 2006 par la Commission d'études 15 (2005-2008) de l'UIT-T selon la procédure définie dans la Recommandation UIT-T A.8.

AVANT-PROPOS

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

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

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

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

NOTE

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

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

DROITS DE PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

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

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

© UIT 2006

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

TABLE DES MATIÈRES

	Page
1	Domaine d'application 1
2	Références normatives..... 1
3	Abréviations..... 1
4	Classification 2
5	Définitions 3
5.1	Définitions concernant les dispositifs OA..... 6
5.2	Paramètres pour les sous-systèmes OA..... 14
6	Méthodes de test 15
Appendice I – Principales différences entre amplificateurs à fibres optiques et amplificateurs optiques à semi-conducteurs..... 17	
I.1	Remarques générales 17
I.2	Comparaison des caractéristiques de performances optiques entre amplificateurs SOA et OFA 18
I.3	Applications..... 19
Appendice II – Paramètres environnementaux, mécaniques, physiques et de fiabilité des dispositifs et sous-systèmes amplificateurs optiques..... 20	
II.1	Paramètres concernant les dispositifs OA 20
II.2	Paramètres concernant les sous-systèmes OA..... 21
II.3	Méthodes de test des paramètres environnementaux et des paramètres de fiabilité..... 22
BIBLIOGRAPHIE..... 23	

Recommandation UIT-T G.661

Définition et méthodes de mesure des paramètres génériques relatifs aux dispositifs et sous-systèmes amplificateurs optiques

1 Domaine d'application

La présente Recommandation s'applique à tous les amplificateurs optiques (OA) et sous-systèmes à amplification optique du marché. Elle s'applique aux OA utilisant des fibres à pompage optique (OFA basés soit sur des fibres dopées aux terres rares, soit sur l'effet Raman), des semi-conducteurs (SOA) et des guides d'ondes (POWA).

La présente Recommandation définit les paramètres communs aux différents types d'OA, énumérés au § 5, et les méthodes d'essai relatives à ces paramètres, décrites dans le § 6, qui doivent être observés, dans la mesure du possible pour les dispositifs et sous-systèmes OA visés par des Recommandations UIT-T. Les paramètres applicables spécifiquement aux amplificateurs Raman répartis sont toutefois définis dans la Rec. UIT-T G.665.

2 Références normatives

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

- Recommandation UIT-T G.662 (2005), *Caractéristiques génériques des dispositifs et sous-systèmes amplificateurs à fibres optiques.*
- Recommandation UIT-T G.663 (2000), *Aspects relatifs aux applications des sous-systèmes et dispositifs amplificateurs optiques.*
- Recommandation UIT-T G.665 (2005), *Caractéristiques génériques des amplificateurs Raman et des sous-systèmes à amplification Raman.*
- CEI 61290 (Toutes les parties), *Amplificateurs à fibres optiques – Spécification de base – Méthodes d'essai.*
- CEI 61291-1 (1988), *Amplificateurs à fibres optiques – Partie 1: Spécification générique.*

Les paramètres spécifiés pour les OA sont ceux qui caractérisent les propriétés de transmission, d'exploitation, de fiabilité et environnementales de l'OA, considéré d'un point de vue général comme une "boîte noire". La Rec. UIT-T G.662 détermine un sous-ensemble de ces paramètres suivant le type et l'application du dispositif ou sous-système OA particulier.

3 Abréviations

La présente Recommandation utilise les abréviations suivantes:

ASE	émission spontanée amplifiée (<i>amplified spontaneous emission</i>)
BER	taux d'erreur binaire (<i>bit error ratio</i>)
Bsp-sp	largeur de bande spontanée-spontanée (<i>spontaneous-spontaneous optical bandwidth</i>)
DGD	temps de propagation de groupe différentiel (<i>differential group delay</i>)

DOP	degré de polarisation optique (<i>degree of polarization</i>)
EDFA	amplificateur à fibre dopée à l'erbium (<i>erbium-doped fibre amplifier</i>)
F	bruit (<i>noise factor</i>)
FIT	nombre de défaillances dans un temps donné (<i>failures in time</i>)
FWHM	largeur spectrale à mi-hauteur (<i>full-width half-maximum</i>)
MPI	brouillages par trajets multiples (<i>multi-path interference</i>)
MTBF	temps moyen entre défaillances (<i>mean time between failures</i>)
NF	facteur de bruit (moyen) (<i>noise figure</i>)
OA	amplificateur optique (<i>optical amplifier</i>)
OAR	récepteur à amplification optique (<i>optically amplified receiver</i>)
OAT	émetteur à amplification optique (<i>optically amplified transmitter</i>)
OFA	amplificateur à fibre optique (<i>optical fibre amplifier</i>)
OSA	analyseur de spectre optique (<i>optical spectrum analyser</i>)
PDG	variation du gain en fonction de la polarisation (<i>polarization dependent gain</i>)
PDL	affaiblissement dû à la polarisation (<i>polarization dependent loss</i>)
PMD	dispersion modale de polarisation (<i>polarization mode dispersion</i>)
POWA	amplificateur à guide d'ondes optique planaire (<i>planar optical waveguide amplifier</i>)
PSP	états principaux de polarisation (<i>principal state of polarization</i>)
SNR	rapport signal sur bruit (<i>signal-to-noise ratio</i>)
SOA	amplificateur optique à semi-conducteurs (<i>semiconductor optical amplifier</i>)
SOP	état de polarisation (<i>state of polarization</i>)
TM	méthode de test (<i>test method</i>)

4 Classification

Il existe différentes catégories d'application des OA, déterminées selon la technologie utilisée et l'emploi de l'OA lui-même. On trouvera une classification des technologies d'OA dans la norme CEI/TR 61292-3.

Les catégories en question sont repérées par une lettre majuscule, suivie d'un chiffre et d'une lettre minuscule comme suit:

Lettre majuscule:

- A amplificateurs OFA utilisant des fibres optiques dopées avec des ions d'erbium pour produire une fibre active
- B amplificateurs OFA utilisant d'autres fibres dopées, actives
- C amplificateurs de Raman
- D analyseurs SOA
- E amplificateurs POWA

Chiffre:

- 1 amplificateurs de puissance (postamplificateurs ou suramplificateurs)
- 2 préamplificateurs
- 3 amplificateurs de ligne
- 4 émetteurs OAT (émetteurs à amplification optique)

- 5 récepteur OAR (récepteur à amplification optique)
- 6 amplificateurs répartis
- 7 amplificateurs composites, répartis et discrets

Lettre minuscule:

- a amplificateurs pour transmission analogique, sur voie (longueur d'onde) unique
- b amplificateurs pour transmission numérique, sur voie (longueur d'onde) unique
- c amplificateurs pour transmission numérique, sur voies (longueurs d'onde) multiples

EXEMPLE – La catégorie A2b désigne les préamplificateurs optiques pour transmission numérique sur une seule voie qui utilisent des fibres dopées avec des ions d'erbium.

L'*amplificateur de puissance* est un dispositif OA de puissance à saturation élevée qui doit être utilisé directement après l'émetteur optique pour en accroître la puissance du signal.

Le *préamplificateur* est un dispositif OA à très faible bruit qui doit être utilisé directement avant un récepteur optique pour en améliorer la sensibilité.

L'*amplificateur de ligne* est un dispositif OA à faible bruit qui doit être utilisé entre les sections de fibres passives, pour accroître la distance qui sera couverte avant la nécessaire opération de régénération, ou en correspondance avec une connexion point-multipoint pour compenser les pertes dues aux ramifications dans le réseau d'accès optique.

L'émetteur OAT est un sous-système OA dans lequel est intégré un amplificateur de puissance avec un émetteur optique, ce qui donne un émetteur de plus forte puissance.

Le récepteur OAR est un sous-système OA dans lequel est intégré un préamplificateur avec un récepteur optique, ce qui donne un récepteur dont la sensibilité est plus élevée.

L'*amplificateur réparti* est une configuration de dispositifs qui autorise une amplification sur une longueur étendue de la fibre optique utilisée aux fins de transmission, comme dans le cas du pompage Raman, et qui est donc réparti sur une partie ou sur la totalité de la longueur de transmission.

Les *amplificateurs composites, répartis et discrets* sont définis dans la Rec. UIT-T G.665.

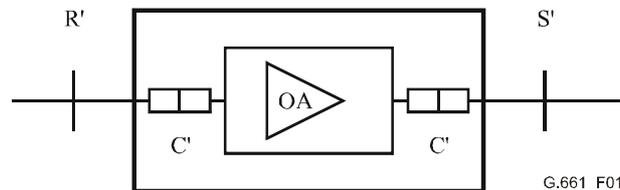
5 Définitions

Dans la suite du présent paragraphe, les définitions des paramètres des amplificateurs OA sont divisées en deux parties: la première partie concerne les paramètres qui ont trait aux dispositifs OA, à savoir les amplificateurs de puissance, les préamplificateurs, les amplificateurs de ligne et les amplificateurs répartis, tandis que la seconde donne les paramètres des sous-systèmes élémentaires à amplification optique, à savoir les émetteurs OAT et les récepteurs OAR.

Lorsqu'une valeur est indiquée pour un paramètre d'un dispositif particulier, certaines conditions de fonctionnement appropriées devront être indiquées telles que la température, le courant de polarisation, la puissance optique de pompe, etc. Ici on distinguera deux conditions de fonctionnement différentes, les *conditions de fonctionnement nominales*, c'est-à-dire celles qui sont indiquées par le fabricant pour un emploi normal de l'amplificateur OA, et les *conditions de fonctionnement limites*, pour lesquelles tous les paramètres que peut faire varier l'utilisateur (par exemple, la température, le gain, le courant d'injection du laser de pompage, etc.), sont à leurs valeurs maximales, suivant les *valeurs maximales absolues* indiquées par le fabricant.

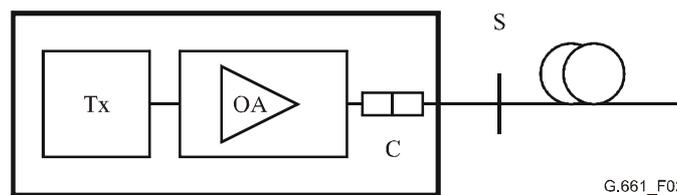
L'OA doit être considéré comme une "boîte noire" (voir Figure 1). Le dispositif OA est pourvu de deux ports optiques, un d'entrée et un de sortie. Un dispositif OAT et OAR est un OA qui est intégré à un émetteur ou à un récepteur, selon le cas; les deux types d'intégration supposent que la connexion entre l'émetteur ou le récepteur et l'OA est une connexion propriétaire et n'a pas à être

spécifiée. En conséquence, seul le port de sortie optique peut être déterminé pour le dispositif OAT (après l'amplificateur OA, comme indiqué dans la Figure 2), et seul le port d'entrée optique peut être défini pour le dispositif OAR (avant l'amplificateur OA, comme indiqué dans la Figure 3). Les ports optiques peuvent se composer de fibres non terminées ou de connecteurs optiques. Il est à noter qu'il faut prévoir des connexions électriques pour l'alimentation (pas indiquées dans les Figures 1 à 3). Selon cette conception de "boîte noire", l'atténuation au niveau des deux paires de connecteurs directement associés au dispositif (indiqué C ou C' dans les Figures 1 à 3) et l'incertitude correspondante seront incluses dans les valeurs de gain, de bruit et autres paramètres du dispositif OA.



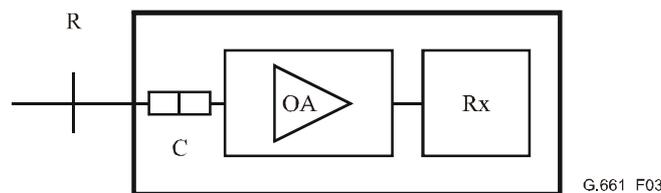
S' point de référence dans la fibre optique juste après la connexion optique (C') du dispositif OA
R' point de référence dans la fibre optique juste avant la connexion optique (C') du dispositif OA

Figure 1/G.661 – Diagramme de référence d'un dispositif OA



S point de référence dans la fibre optique juste après la connexion optique (C) de l'émetteur OAT

Figure 2/G.661 – Diagramme de référence d'un émetteur OAT



R point de référence dans la fibre optique juste avant la connexion optique (C) du récepteur OAR

Figure 3/G.661 – Diagramme de référence d'un récepteur OAR

Il convient de noter que les configurations des Figures 1 à 3 sont données dans le contexte des points de référence de l'UIT-T, c'est-à-dire qu'est comprise dans la boîte noire OA l'atténuation au niveau des deux paires de connecteurs, et non d'une seule. Les plans de référence UIT-T rendent normalement compte de façon différente de l'atténuation au niveau des connecteurs, comme il est expliqué dans la Rec. UIT-T G.662; pour de plus amples informations en la matière, le lecteur voudra bien se reporter à l'Appendice III/G.665. Il est recommandé à l'utilisateur de tenir compte des écarts d'atténuation qui en résultent.

L'amplificateur OA amplifie les signaux dans une bande nominale de *longueur d'onde de fonctionnement*. Par ailleurs, d'autres signaux de longueurs d'onde extérieurs à la bande nominale de fonctionnement peuvent également, dans certaines applications, traverser l'OA. L'utilisation de ces

signaux *hors bande* et leur longueur d'onde, ou bande de longueur d'onde, peuvent être précisées dans des spécifications détaillées.

Lorsque des signaux avec plusieurs longueurs d'onde différentes sont incidents sur l'OA, comme c'est le cas dans les systèmes multicanaux, il faut légèrement adapter les définitions de certains paramètres et en déterminer de nouveaux pour une application qui est donc différente.

La Figure 4 illustre la configuration type d'un OA dans une application multicanal. Du côté de l'émetteur, on a n signaux, provenant de n émetteurs optiques, Tx1, Tx2, ..., Txn, chacun avec une longueur d'onde propre, $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$, qui sont combinés par un multiplexeur optique (OM, *optical multiplexer*). Du côté du récepteur, les n signaux à $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$, sont séparés au moyen d'un démultiplexeur optique (OD, *optical demultiplexer*) et acheminés à destination de récepteurs optiques différents, Rx1, Rx2, ..., Rxn. Pour caractériser l'OA dans cette application multicanal, on définit un plan de référence d'entrée au port d'entrée de l'OA et un plan de référence de sortie au port de sortie de l'OA, comme il est indiqué dans la Figure 4.

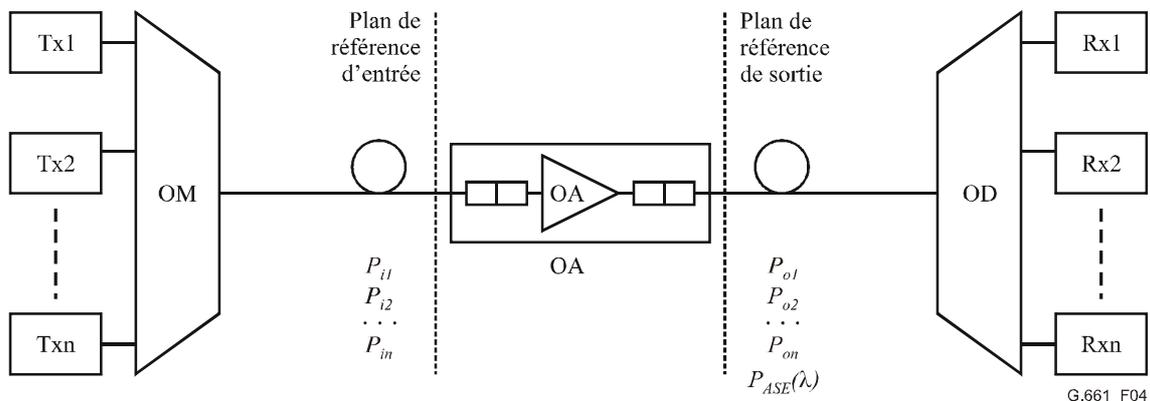


Figure 4/G.661 – Amplificateur optique dans une application multicanal

Au niveau du plan de référence d'entrée, on a n signaux d'entrée aux longueurs d'onde n , chacun étant pourvu d'un niveau de puissance propre, $P_{i1}, P_{i2}, \dots, P_{in}$. Au niveau du plan de référence de sortie, on a n signaux de sortie aux longueurs d'onde n , provenant de l'amplification optique des n signaux d'entrée correspondants, chacun étant doté de son niveau de puissance propre $P_{o1}, P_{o2}, \dots, P_{on}$. Il convient de tenir compte en outre au niveau du port de sortie de l'OA de l'émission spontanée amplifiée (ASE, *amplified spontaneous emission*) d'une densité spectrale de puissance de bruit de $P_{ASE}(\lambda)$.

Il convient d'observer que la localisation du plan de référence dans la Figure 2 est donnée suivant la nomenclature normalement utilisée dans les Recommandations de l'UIT-T. Dans sa nomenclature, la CEI traite l'affaiblissement au niveau des connecteurs de façon différente. On trouvera un exposé plus complet de cette question à l'Appendice III/G.665.

La plupart des définitions se rapportant aux paramètres pour une transmission monocanal peuvent fort bien s'étendre à des applications multicanal. Lorsque pareille extension est faite directement, le terme "canal" est utilisé dans le paramètre pertinent; en particulier, les valeurs de bruit et de signal-bruit spontané peuvent être étendues à des applications multicanal, canal par canal, en considérant la valeur de $P_{ASE}(\lambda)$ à chaque longueur d'onde de canal ainsi que la largeur de bande du signal par canal. Pour chaque longueur d'onde de canal, il existe une valeur et une seule valeur de bruit qui est fonction du niveau de puissance d'entrée de tous les signaux; dans ce cas, on introduit les paramètres valeur de bruit par canal et rapport signal-bruit spontané par canal. Toutefois, il faut définir certains paramètres supplémentaires et pour chacun préciser la configuration multicanal particulière, en particulier la totalité des longueurs d'onde des signaux et des puissances d'entrée.

NOTE 1 – Sauf indication contraire, les puissances optiques mentionnées par la suite seront des puissances moyennes.

NOTE 2 – En général les paramètres définis ci-dessous dépendront également de la température et de l'état de polarisation des canaux d'entrée. La température et l'état de polarisation devraient être maintenus constants, ou ajustés à l'intérieur de fourchettes données, ou encore relevés et indiqués avec le paramètre mesuré.

NOTE 3 – Dans le cas d'amplificateurs répartis, tous les paramètres se rapportent à une fibre de référence donnée, utilisée pour émuler la fibre de transmission en association avec le module de pompage.

5.1 Définitions concernant les dispositifs OA

Les définitions ci-après précisent le sens des termes et expressions utilisés dans les spécifications relatives aux dispositifs OA.

5.1.1 gain: dans un amplificateur OA, augmentation, exprimée en dB, de la puissance optique du signal entre le point de référence d'entrée R' et le point de référence de sortie S'.

NOTE 1 – Il faut veiller à exclure des puissances optiques des signaux, tant à l'entrée qu'à la sortie, la puissance d'émission spontanée amplifiée.

NOTE 2 – Cette définition est différente de celle donnée par la CEI, en ce sens qu'elle inclut les effets des éventuels connecteurs associés directement aux dispositifs OA, tant en entrée qu'en sortie.

5.1.2 gain pour les signaux faibles: gain de l'amplificateur, lorsque celui-ci fonctionne en régime linéaire, où il est pour l'essentiel indépendant de la puissance optique du signal d'entrée, pour une longueur d'onde de signal donnée et un niveau de puissance optique de pompage donné.

NOTE – Cette propriété peut être décrite pour une longueur d'onde donnée ou en fonction de la longueur d'onde.

5.1.3 gain inverse pour les signaux faibles: gain pour les signaux faibles mesuré dans le sens contraire, c'est-à-dire du port de sortie au port d'entrée.

5.1.4 gain maximal pour les signaux faibles: gain le plus élevé qui puisse être obtenu lorsque l'OA est exploité dans les conditions de fonctionnement nominales indiquées.

5.1.5 longueur d'onde de gain maximal pour les signaux faibles: longueur d'onde à laquelle est obtenu le gain maximal pour les signaux faibles.

5.1.6 variation du gain maximal pour les signaux faibles en fonction de la température: modification du gain pour les signaux faibles en fonction des variations de la température dans des limites spécifiées, exprimée en dB.

5.1.7 pente de gain dans des conditions d'exploitation à une seule longueur d'onde (pour un fonctionnement analogique): en présence d'un signal de longueur et de puissance d'entrée données, dérivé du gain d'une petite sonde par rapport à la longueur d'onde, à la longueur d'onde du signal, exprimé en dB/nm.

NOTE – La puissance moyenne totale de la sonde doit être au moins de 20 dB inférieure au niveau du signal d'entrée, pour réduire l'effet sur le profil de la longueur d'onde/gain.

5.1.8 variation du gain avec la longueur d'onde pour les signaux faibles: variation de crête à crête du gain pour les signaux faibles dans une gamme de longueurs d'onde donnée.

5.1.9 stabilité du gain pour les signaux faibles: degré de fluctuation du gain pour les signaux faibles exprimée par le rapport (en dB) du gain maximal et minimal pour les signaux faibles, pendant une certaine période de mesure spécifiée dans des conditions nominales de fonctionnement.

5.1.10 stabilité de sortie pour les signaux forts: degré de fluctuation de la puissance optique de sortie exprimée par le rapport (en dB) des puissances optiques maximales et minimales du signal de sortie, pendant une certaine période de mesure spécifiée, dans des conditions de fonctionnement nominales et de puissance optique spécifiée pour les signaux d'entrée forts.

5.1.11 variation du gain en fonction de la polarisation (PDG, *polarization-dependent gain*): variation maximale du gain de l'OA due à une variation de l'état de polarisation du signal d'entrée dans des conditions nominales de fonctionnement.

NOTE – Dans les dispositifs OA une source de PDG est l'affaiblissement en fonction de la polarisation des composants passives utilisés à l'intérieur.

5.1.12 puissance de sortie à saturation (puissance de compression du gain): niveau de puissance optique associé au signal de sortie auquel le gain est réduit de N dB (normalement N = 3), par rapport au gain pour les signaux faibles à la longueur d'onde du signal.

NOTE 1 – La longueur d'onde à laquelle le paramètre est spécifié doit en principe être indiquée.

NOTE 2 – La puissance de pompage optique pour les amplificateurs OFA (ou le courant de pompage pour les amplificateurs SOA) doit être indiquée le cas échéant.

5.1.13 puissance nominale du signal de sortie: puissance optique du signal en sortie pour une puissance optique du signal donnée à l'entrée dans des conditions nominales de fonctionnement.

5.1.14 puissance maximale du signal de sortie: puissance optique du signal la plus élevée à la sortie qu'il est possible d'obtenir avec un dispositif OA dans des conditions de fonctionnement nominales.

5.1.15 gamme de puissances d'entrée: gamme des niveaux de puissance optique à l'entrée pour lesquels la puissance optique du signal de sortie correspondante se situe dans la gamme de puissances de sortie spécifiée, à l'intérieur de laquelle est assuré le fonctionnement du dispositif OA.

5.1.16 gamme de puissances de sortie: gamme des niveaux de puissance optique à la sortie du dispositif OA pour lesquels la puissance du signal d'entrée correspondante se situe dans la gamme de puissance d'entrée spécifiée, à l'intérieur de laquelle est assuré le fonctionnement du dispositif OA.

5.1.17 facteur de bruit (NF, *noise figure*): diminution du rapport signal-bruit (SNR, *signal-to-noise ratio*), à la sortie d'un détecteur optique à rendement quantique unitaire, due à la propagation, à travers l'amplificateur optique, d'un signal limité par le bruit de grenaille et exprimée en dB.

NOTE 1 – Les conditions de fonctionnement auxquelles le facteur de bruit est spécifié doivent en principe être indiquées.

NOTE 2 – Cette propriété peut être décrite pour une longueur d'onde discrète ou en fonction de la longueur d'onde.

NOTE 3 – La dégradation du bruit due à l'amplificateur optique est imputable à de multiples facteurs par exemple bruit de battement spontané-signal, bruit de battement spontané-spontané, bruit de réflexion interne, bruit de grenaille du signal, bruit de grenaille spontané. Chacune de ces contributions dépend de diverses conditions qui doivent être spécifiées pour une évaluation correcte du facteur de bruit.

NOTE 4 – Par convention, le facteur de bruit est un nombre positif.

NOTE 5 – Dans le cas de dispositifs OA destinés à des applications analogiques, le facteur de bruit représente aussi le ratio entre les rapports porteur/bruit des signaux d'entrée et de sortie.

5.1.18 niveau de puissance de l'émission spontanée amplifiée (ASE, *amplified spontaneous emission*) vers l'avant: puissance optique dans une gamme de longueurs d'onde spécifiée associée à l'ASE provenant du port de sortie dans des conditions nominales de fonctionnement.

NOTE 1 – Ce paramètre est particulièrement important pour les amplificateurs optiques utilisés comme préamplificateurs ou amplificateurs de ligne et il dépend essentiellement du filtre utilisé.

NOTE 2 – Les conditions de fonctionnement (par exemple, gain et puissance optique du signal d'entrée) auxquelles le niveau ASE est spécifié doivent en principe être indiquées.

5.1.19 niveau de puissance de l'émission spontanée amplifiée (ASE) inverse: puissance optique dans une gamme de longueurs d'onde spécifiée associée à l'ASE provenant du port d'entrée dans des conditions de fonctionnement nominales.

5.1.20 facteur de réflexion maximale à l'entrée: fraction maximale, exprimée en dB, de la puissance optique incidente, à la longueur d'onde de fonctionnement et pour tous les états de la polarisation à l'entrée, réfléchi par l'OA depuis le port d'entrée de l'amplificateur, dans les conditions nominales de fonctionnement indiquées.

NOTE – La mesure est réalisée avec une puissance optique du signal d'entrée donnée.

5.1.21 facteur de réflexion à la sortie (non applicable aux récepteurs à amplification optique): fraction exprimée en dB de la puissance optique incidente à la longueur d'onde de fonctionnement réfléchi par l'OA depuis le port de sortie, dans des conditions nominales de fonctionnement.

5.1.22 facteur de réflexion maximal admissible à l'entrée: fraction maximale de puissance, exprimée en dB, provenant du port d'entrée optique du dispositif OA qui, reflétée en retour dans l'OA, permet au dispositif de satisfaire encore à ses spécifications.

NOTE 1 – La mesure est effectuée avec une puissance optique donnée pour le signal d'entrée.

NOTE 2 – Le facteur de bruit est le paramètre le plus sensible à ce facteur de réflexion.

5.1.23 facteur de réflexion maximal admissible à la sortie: fraction maximale de puissance, exprimée en dB, provenant du port de sortie optique du dispositif OA qui, reflétée en retour dans l'OA, permet au dispositif de satisfaire encore à ses spécifications.

NOTE 1 – La mesure est effectuée avec une puissance optique donnée pour le signal d'entrée.

NOTE 2 – Le facteur de bruit est le paramètre le plus sensible à ce facteur de réflexion.

5.1.24 fuite de pompage à la sortie: puissance optique de pompage émise par le port de sortie de l'OA.

NOTE 1 – La mesure est effectuée avec une puissance optique donnée pour le signal d'entrée.

NOTE 2 – La fuite de pompage maximale à la sortie peut se produire même en l'absence du signal d'entrée.

5.1.25 fuite de pompage à l'entrée: puissance optique de pompage émise par le port d'entrée de l'OA.

NOTE 1 – La mesure est effectuée avec une puissance optique donnée pour le signal d'entrée.

NOTE 2 – La fuite de pompage maximale à l'entrée peut se produire en l'absence de signal d'entrée.

5.1.26 affaiblissement d'insertion hors bande: affaiblissement d'insertion de l'OA pour un signal à la longueur (ou aux longueurs) d'onde hors bande spécifiée(s).

5.1.27 affaiblissement d'insertion hors bande inverse: affaiblissement d'insertion de l'amplificateur optique pour un signal à la longueur (ou aux longueurs) d'onde hors bande spécifiée(s), mesuré dans le sens contraire, c'est-à-dire du port de sortie au port d'entrée.

5.1.28 prescriptions d'alimentation et de commande: courants et/ou tensions électriques ainsi que signaux électriques nécessaires au fonctionnement d'un OA en deçà des valeurs maximales indiquées. Inclut les tolérances nécessaires pour l'alimentation électrique et les opérations de marche/arrêt.

5.1.29 consommation maximale de puissance: puissance électrique nécessaire par l'OA fonctionnant dans les limites de puissance maximales absolues spécifiées.

5.1.30 puissance maximale totale de sortie: niveau de puissance optique maximal à l'accès de sortie de l'amplificateur optique dans les limites maximales de puissance spécifiées.

5.1.31 température de fonctionnement: gamme de températures dans laquelle l'OA peut fonctionner tout en restant conforme à toutes ses valeurs de paramètre spécifiées.

5.1.32 connexions optiques: connecteur ou type de fibre utilisés comme port d'entrée et de sortie de l'amplificateur optique.

NOTE – Les caractéristiques et performances optiques, mécaniques et environnementales des connecteurs optiques et des fibres de connexion doivent être conformes respectivement aux dispositions de la CEI 60874-1 et de la CEI 60793-2.

5.1.33 dispersion modale de polarisation (PMD, *polarization mode dispersion*): lorsqu'un signal optique circule dans une fibre optique, un composant ou un sous-système (comme un OA), le changement de la forme et de la largeur de l'impulsion dû au temps de propagation de groupes différentiels (DGD) (différence du temps de propagation entre les deux principaux états de polarisation (PSP)) et à la distorsion de l'onde pour chaque PSP, est attribuable à la PMD, distorsion qui peut, avec la variation de l'affaiblissement en fonction de la polarisation (PDL) et avec le gain fonction de la polarisation (PDG), entraîner d'importantes distorsions de la forme d'onde, conduisant à une augmentation inacceptable du taux d'erreur sur les bits.

NOTE – Le niveau de la dispersion PMD peut dépendre des conditions de température et de fonctionnement.

5.1.34 états principaux de polarisation (PSP, *principal states of polarization*): à une fréquence (ou longueur d'onde) donnée, les deux états de polarisation orthogonaux à l'entrée pour lesquels les états de polarisation à la sortie (SOP) correspondants sont indépendants de la fréquence optique du premier ordre.

NOTE 1 – Une fibre optique, un composant ou un sous-système sont normalement caractérisés par deux PSP qui sont fonction de la biréfringence intrinsèque du matériau et des contraintes externes et internes induites s'exerçant sur ce dernier.

NOTE 2 – Le DGD entre ces deux PSP peut varier dans le temps et en fonction de la longueur d'onde.

NOTE 3 – Un signal dont le SOP est aligné avec un des PSP ne sera pas affecté par l'ampleur de la PMD, au moins au premier ordre.

5.1.35 degré de polarisation (DOP, *degree of polarization*) (applicable aux dispositifs de pompage pour les amplificateurs Raman à fibres): pour chaque longueur d'onde d'émission de la source de pompage optique, la valeur

$$\frac{P_{\max} - P_{\min}}{P_{\max} + P_{\min}}$$

exprimée en pourcentage, où P_{\max} et P_{\min} sont respectivement les puissances de sortie optique maximale et minimale de la source de pompage pour tous les états de polarisation à cette longueur d'onde d'émission et mesurées à l'intérieur d'une largeur de bande donnée.

NOTE 1 – Etant donné que l'effet Raman exploité dans les amplificateurs Raman dépend de la polarisation, le degré de polarisation peut avoir une incidence sur le gain de l'amplificateur, qui lui aussi dépend de la polarisation.

NOTE 2 – Etant donné que les amplificateurs Raman sont souvent pompés au moyen de lasers multimode et de longueurs d'onde multiples, il faut déterminer séparément le degré de polarisation à chaque longueur d'onde d'émission, et non pas simplement le degré de polarisation de la sortie optique totale.

5.1.36 facteur de bruit (F, *noise factor*): facteur de bruit exprimé sous forme linéaire.

5.1.37 facteur de qualité des brouillages multitrajets (MPI, *multi-path interference*): contribution du facteur de bruit causé par des brouillages multitrajets intégrée sur toutes les fréquences de la bande de base (de zéro à l'infini).

NOTE – Par exemple, les brouillages multitrajets peuvent être causés par des réflexions partielles, successives, sur le trajet optique.

5.1.38 facteur de qualité en double diffusion Rayleigh: contribution du facteur de bruit causé par des brouillages multitrajets dus à une double diffusion Rayleigh intégrée sur toutes les fréquences de la bande de base (de zéro à l'infini).

NOTE – Les amplificateurs Raman à fibres, tant répartis que discrets, sont particulièrement sensibles à ce phénomène de la double diffusion Rayleigh, étant donné que la grande longueur des fibres utilisées pour l'amplification produit une quantité importante de lumière diffusée à côté du gain. D'autres amplificateurs à fibres à gain élevé et à fibres longues peuvent également donner lieu à cet effet. La contribution est d'autant plus grande que les niveaux de gain sont élevés.

5.1.39 contribution au facteur bruit indépendante de la fréquence: facteur bruit excluant la contribution du bruit des brouillages multitrajets.

5.1.40 facteur de bruit spontané du signal ($N_{F_{sig-sp}}$): contribution, exprimée en dB, du bruit de battement spontané du signal au facteur de bruit.

5.1.41 largeur de bande optique spontanée-spontanée (équivalente) (B_{sp-sp}): largeur de bande optique équivalente par laquelle est multiplié le carré de la densité de puissance spectrale de l'émission spontanée amplifiée, ρ_{ase} , à la fréquence optique du signal, ν_{sig} , pour obtenir l'intégrale de la densité de puissance spectrale quadratique de l'émission spontanée amplifiée dans toute la largeur de bande de l'émission spontanée amplifiée, B_{ase} , c'est-à-dire:

$$B_{sp-sp} = \rho_{ase}^{-2}(\nu_{sig}) \cdot \int_{B_{ase}} \rho_{ase}^2(\nu) d\nu$$

NOTE 1 – On peut réduire la largeur de bande optique spontanée-spontanée équivalente en utilisant un filtre optique à la sortie de l'OA.

NOTE 2 – Ce paramètre est lié à la production de bruit de battement spontané-spontané et nécessite donc l'utilisation de la densité de puissance spectrale quadratique de l'émission spontanée amplifiée.

5.1.42 facteur de bruit effectif (applicable uniquement aux amplificateurs répartis): diminution exprimée en dB du rapport signal/bruit (SNR) à la sortie d'un détecteur optique avec un rendement quantique unitaire, due à la propagation d'un signal, limité par un bruit quantique, dans une fibre optique produisant une amplification répartie lorsque le pompage fonctionne, comparé à quand il ne fonctionne pas.

NOTE 1 – Le facteur de bruit effectif est différent du facteur de bruit en ce qu'il ne compare pas le SNR à la sortie avec le SNR à l'entrée de l'amplificateur. L'augmentation de la puissance du signal par rapport à la modification du SNR est donc le gain effectif et non le gain tout simplement. En particulier, la contribution du facteur de bruit spontané du signal, qu'il est possible de calculer à partir de la différence entre la puissance de l'ASE et le gain exprimé en dB, se voit ainsi réduite dans le facteur de bruit effectif de la quantité d'atténuation passive entre l'entrée et la sortie; dans le cas d'une amplification répartie, le facteur de bruit effectif, exprimé en dB, peut donc être négatif.

NOTE 2 – On peut dire que le facteur de bruit effectif est le facteur de bruit d'un amplificateur optique discret équivalent placé à l'extrémité de la fibre optique, qui produit le gain effectif et la même puissance en sortie d'ASE qu'un amplificateur réparti. Etant donné que l'ASE qui est produite à l'intérieur de la fibre de l'amplificateur réparti est également réduite en partie par l'atténuation de ladite fibre, la puissance en sortie de cette émission peut avoir une valeur moins élevée que celle qu'il est concrètement possible d'obtenir avec un amplificateur discret.

5.1.43 facteur de bruit spontané du signal équivalent (applicable seulement aux amplificateurs répartis): contribution du bruit de battement spontané du signal au facteur de bruit effectif.

5.1.44 largeur de bande de l'ASE: différence entre les deux longueurs d'onde auxquelles on observe une diminution spécifiée de l'ASE de sortie par rapport à la valeur crête du spectre de l'ASE de sortie.

NOTE 1 – Une diminution de 30 à 40 dB est considérée comme adéquate.

NOTE 2 – Compte tenu de la distorsion éventuelle du spectre mesuré causée, par exemple, par la fuite de pompage, une extrapolation appropriée peut être nécessaire.

5.1.45 affaiblissement d'insertion dans la bande (applicable seulement aux dispositifs OA): dans un état hors tension, affaiblissement d'insertion du signal pour l'OA à une longueur d'onde de signal d'entrée donnée et un niveau de puissance de signal donné.

NOTE 1 – Cette propriété peut être décrite pour une longueur d'onde donnée ou en fonction de la longueur d'onde.

NOTE 2 – Il convient d'exclure la contribution de l'émission spontanée amplifiée de sortie dans la mesure de ce paramètre.

NOTE 3 – L'affaiblissement d'insertion dans la bande est fonction du niveau du signal d'entrée.

5.1.46 facteur de réflexion maximal admissible à l'entrée et à la sortie (applicable seulement aux dispositifs OA): facteur de réflexion maximal de deux réflecteurs identiques placés simultanément aux accès d'entrée et de sortie d'un amplificateur optique, pour lequel l'amplificateur optique est encore conforme à ses spécifications.

NOTE 1 – La mesure est effectuée avec une puissance optique donnée de signal d'entrée.

NOTE 2 – Le facteur de bruit est le paramètre le plus sensible au facteur de réflexion énergétique.

5.1.47 bande de longueurs d'onde de puissance (applicable uniquement aux amplificateurs de puissance): gamme de longueurs d'onde à l'intérieur de laquelle la puissance du signal de sortie de l'OA est maintenue dans la gamme de puissances de sortie spécifiée, tandis que la puissance du signal d'entrée dans l'OA se situe à l'intérieur de la gamme de puissances d'entrée spécifiée.

5.1.48 bande de longueurs d'onde du signal disponible (applicable uniquement aux préamplificateurs avec filtre(s) optique(s)): bande de longueurs d'onde au niveau des préamplificateurs, compte tenu de l'effet du ou des filtres optiques.

5.1.49 gamme de longueurs d'onde accordable (applicable uniquement aux préamplificateurs et aux récepteurs à amplification optique pourvus de filtres optiques accordables): gamme de longueurs d'onde à l'intérieur de laquelle peuvent être accordés le ou les filtres optiques accordables dans le préamplificateur OA.

5.1.50 gain de canal (pour une exploitation multicanal): gain exprimé en dB pour chaque canal (à la longueur d'onde λ_j) dans une configuration multicanal donnée.

Le gain de canal peut s'exprimer comme suit (P_{ij} et P_{oj} étant respectivement les niveaux de puissance d'entrée et de sortie en dBm, du j ème canal, et $j = 1, 2, \dots, n$; n étant le nombre total de canaux):

$$G_j = P_{oj} - P_{ij}$$

NOTE – Etant donné que le niveau de puissance en saturation de l'amplificateur est déterminé par l'effet combiné des signaux d'entrée à toutes les longueurs d'onde, le gain de canal dépend du niveau de puissance à l'entrée de tous les signaux.

5.1.51 écart de gain multicanal (différence de gains intercanaux) (pour une exploitation multicanal): différence exprimée en dB, entre les gains de canal de deux des canaux dans une configuration multicanal donnée.

L'écart de gain multicanal peut s'exprimer comme suit (G_j et G_l étant respectivement les gains de canal des j ème et l ème canaux, et $j, l = 1, 2, \dots, n$; $j \neq l$; n étant le nombre total de canaux):

$$\Delta G_{jl} = G_j - G_l$$

NOTE – Normalement ce paramètre est donné comme l'écart de gain multicanal maximal, correspondant à la valeur maximale absolue de l'écart de gain multicanal, compte tenu de toutes les combinaisons possibles de paires de canaux. Les niveaux de puissance à l'entrée sont normalement fixés à leurs valeurs données minimale et maximale. On peut également fixer des niveaux de puissance à l'entrée pour pouvoir obtenir certaines valeurs de gain ou un certain niveau total de puissance en sortie. L'écart de gain multicanal maximal peut s'exprimer comme suit:

$$\Delta G_{MAX} = MAX_{j,l} \left\{ \left| \Delta G_{jl} \right| \right\}$$

5.1.52 saturation croisée de gain (pour une exploitation multicanal): pour une configuration multicanal donnée, rapport du changement de gain de canal d'un canal, ΔG_j , sur un changement donné du niveau de puissance à l'entrée d'un autre canal, ΔP_l , alors que les niveaux de puissance à l'entrée de tous les autres canaux sont maintenus constants, exprimé en dB par dB.

La saturation croisée de gain peut s'exprimer comme suit ($j, l = 1, 2, \dots, n; j \neq l; n$ étant le nombre total de canaux):

$$GXS_{jl} = \Delta G_j / \Delta P_l$$

NOTE – Normalement, ce paramètre est donné pour une distribution de puissance à l'entrée initiale entre les canaux pour laquelle chaque canal est au niveau de puissance minimal qui lui est autorisé. D'autres distributions peuvent être indiquées dans les spécifications propres à chaque produit.

5.1.53 différence des changements de gain multicanal (différence des changements de gains intercanaux) (pour une exploitation multicanal): pour une attribution de canal donnée, différence du changement de gain dans un canal par rapport au changement de gain dans un autre canal pour deux ensembles donnés de puissance à l'entrée des canaux, exprimée en dB.

La différence de changement de gain multicanal peut s'exprimer comme suit ($G_j^{(1)}, G_j^{(2)}$ et $G_l^{(1)}, G_l^{(2)}$ étant les gains de canal des j ème et l ème canaux à chacun des deux ensembles donnés de puissance à l'entrée des canaux, respectivement (1) et (2), et $j, l = 1, 2, \dots, n; n$ étant le nombre total de canaux):

$$GD_{jl} = [G_j^{(1)} - G_j^{(2)}] - [G_l^{(1)} - G_l^{(2)}]$$

NOTE 1 – Les deux ensembles donnés de puissance à l'entrée des canaux sont en général: (1) tous les niveaux de puissance à l'entrée mis à la valeur minimale, et (2) tous les niveaux de puissance à l'entrée mis à la valeur maximale.

NOTE 2 – Normalement, la différence maximale de changement de gain multicanal sera indiquée. D'autres ensembles de conditions d'entrée pourraient être définis dans les spécifications propres à chaque produit.

NOTE 3 – Le niveau de puissance d'ASE vers l'avant peut être indiqué pour des OA utilisés comme préamplificateurs ou comme amplificateurs de ligne. Dans ce cas, la puissance à l'entrée du canal comprendra la contribution de l'ASE vers l'avant.

NOTE 4 – Ce paramètre peut être utilisé en lieu et place du gradient du gain multicanal lorsqu'il n'est pas possible d'appliquer la définition du gradient de gain.

5.1.54 gradient de gain multicanal (rapport de changement de gains intercanaux) (pour une exploitation multicanal): rapport, exprimé en dB par dB, des changements de gain dans chaque canal sur le changement de gain à un canal de référence alors qu'on fait varier les conditions d'entrée d'un ensemble de puissances de canal d'entrée à un second ensemble de puissances de canal d'entrée.

Le gradient de gain multicanal peut s'exprimer comme suit ($G_j^{(1)}, G_j^{(2)}$ et $G_r^{(1)}, G_r^{(2)}$ étant respectivement les gains de canal du j ème canal et du canal de référence dans chacun des deux ensembles donnés de puissance d'entrée de canal et $j = 1, 2, \dots, n; n$ étant le nombre total de canaux):

$$GT_j = [G_j^{(1)} - G_j^{(2)}] / [G_r^{(1)} - G_r^{(2)}]$$

NOTE 1 – Le gradient de gain multicanal est normalement utilisé pour prédire les gains pour chaque canal correspondant à divers ensembles de puissance de canal d'entrée, compte tenu des changements observés dans le canal de référence

NOTE 2 – Les ensembles de puissance de canal d'entrée sont généralement ceux dans lesquels (1) tous les niveaux de puissance sont mis au maximum autorisé, et (2) tous les niveaux de puissance sont mis au minimum autorisé.

NOTE 3 – Le canal de référence devrait être indiqué dans les spécifications propres à chaque produit. Le gradient de gain multicanal du canal de référence est égal par définition à 1 dB/dB.

NOTE 4 – L'application du gradient de gain multicanal à la prévision du gain de canal dans différentes conditions pourrait être empêchée dans le cas d'amplificateurs hybrides à plusieurs étages, de supports à gain non homogène et en particulier d'amplificateurs avec commande de gain automatique.

5.1.55 réponse de gain (en régime établi) avec adjonction/suppression de voies (pour une application multicanal): pour une configuration multicanal donnée, changement en régime établi du gain de canal de n'importe laquelle des voies par suite de l'adjonction/suppression d'une autre ou de plusieurs autres voies, exprimé en dB.

NOTE 1 – Normalement, le paramètre spécifié est la réponse de gain maximal avec adjonction/suppression de voies lorsque le niveau de puissance finale ou initiale de chacune des voies d'entrée est égal au minimum autorisé. Toutefois, des niveaux de puissance finale ou initiale différents peuvent être indiqués dans les spécifications propres à chaque produit.

NOTE 2 – La réponse de gain présentant le cas le plus défavorable se produit en principe lorsque toutes les voies, sauf une, sont ajoutées ou supprimées.

5.1.56 réponse de gain transitoire avec adjonction/suppression de voies (pour une exploitation multicanal): pour une configuration multicanal donnée, changement maximal du gain de canal d'une quelconque des voies à cause de l'adjonction/suppression d'une autre ou de plusieurs autres voies pendant la période transitoire après l'adjonction/suppression d'une voie, exprimé en dB.

NOTE 1 – Normalement, le paramètre spécifié est la réponse de gain maximal transitoire avec adjonction/suppression de voies lorsque le niveau de puissance finale ou initiale de chacune des voies d'entrée est égal au minimum autorisé. Toutefois, des niveaux de puissance finale ou initiale différents peuvent être indiqués dans les spécifications propres à chaque produit.

NOTE 2 – La réponse de gain transitoire avec adjonction/suppression de voies présentant le cas le plus défavorable peut généralement se produire lorsque toutes les voies, sauf une, sont ajoutées ou supprimées.

5.1.57 constante temps de réponse transitoire avec adjonction/suppression de voies (pour une exploitation multicanal): période de temps entre l'adjonction/suppression d'une voie et le moment où le niveau de puissance en sortie de cette voie ou d'une autre atteint sa valeur en régime établi et y reste à $\pm N$ dB.

NOTE – La valeur de N devrait être indiquée dans les spécifications propres à chaque produit.

5.1.58 facteur de bruit de voie (pour une exploitation multicanal): pour une configuration multicanal donnée, facteur de bruit de chaque canal dans une largeur de bande optique donnée, exprimé en dB.

5.1.59 facteur de bruit spontané du signal dans la voie (pour une exploitation multicanal): facteur de bruit spontané du signal pour chaque voie dans une configuration multicanal donnée, exprimé en dB.

5.1.60 affectation des voies (pour une exploitation multicanal): l'affectation des voies est donnée par le nombre de voies, les fréquences/longueurs d'onde centrales nominales des voies et leur tolérance par rapport à la fréquence/longueur d'onde centrale.

5.1.61 sécurité optique: précautions ou normes de sécurité établies que les installateurs, opérateurs et fabricants doivent observer ou prendre, selon le cas, pour garantir une exploitation sûre des dispositifs OA. Sauf indication contraire, il convient d'utiliser les normes CEI 60825-1 et CEI 60825-2. Pour de plus amples informations, se référer également à la Rec. UIT-T G.664, *Procédures et prescriptions de sécurité optique applicables aux systèmes de transport optiques*, et à la CEI 61292-4, *Optical amplifiers, Part 4: Maximum permissible optical power of the damage-free and safe use of optical amplifiers, including Raman amplifiers*.

5.2 Paramètres pour les sous-systèmes OA

Les définitions ci-dessous traitent des paramètres des sous-systèmes OA élémentaires, à savoir les émetteurs à amplification optique (OAT, *optically amplified transmitter*) et les récepteurs à amplification optique (OAR, *optically amplified receiver*).

5.2.1 Sous-système OA générique

5.2.1.1 longueur d'onde du signal: longueur d'onde de la porteuse optique du signal.

5.2.1.2 largeur spectrale du signal: largeur spectrale à mi-hauteur (FWHM, *full-width half-maximum*) du spectre optique du signal.

5.2.2 Sous-système émetteur à amplification optique (OAT)

5.2.2.1 puissance du signal après le connecteur de sortie: puissance optique associée au signal émanant du port de sortie optique de l'OAT.

5.2.2.2 gamme de longueur d'onde du signal d'exploitation: gamme de longueur d'onde à l'intérieur de laquelle la puissance de signal de sortie de l'OAT est maintenue à l'intérieur d'une fourchette de puissance de sortie donnée.

5.2.2.3 niveau de puissance de l'ASE: puissance optique associée à l'émission spontanée amplifiée (ASE, *amplified spontaneous emission*) émanant du port de sortie optique de l'OAT, dans des conditions d'exploitation nominale.

5.2.2.4 facteur de réflexion à la sortie: fraction, exprimée en dB, de la puissance optique incidente à la longueur d'onde de fonctionnement réfléchi par l'OAT depuis le port de sortie optique, dans des conditions d'exploitation nominales.

5.2.2.5 puissance optique de retour maximal: puissance optique maximale pouvant entrer dans le port de sortie de l'OAT, pour laquelle le dispositif OAT reste conforme à ses spécifications.

5.2.2.6 fuite de pompage à la sortie: puissance optique de pompage qui est émise depuis le port de sortie de l'OAT dans des conditions d'exploitation nominales.

NOTE 1 – La mesure est effectuée avec une puissance optique du signal donnée.

NOTE 2 – La fuite de pompage maximal à la sortie peut se produire même en l'absence de signal.

5.2.2.7 connexions optiques: type de connecteur et/ou type de fibre utilisé comme port de sortie de l'OAT.

NOTE – Les caractéristiques et les performances optiques, mécaniques et environnementales du connecteur optique et de la fibre de connexion doivent être conformes respectivement aux dispositions des normes CEI 60874-1 et CEI 60793-2.

5.2.3 Sous-système récepteur à amplification optique (OAR)

5.2.3.1 sensibilité: puissance optique minimale associée au signal d'entrée, immédiatement avant le connecteur d'entrée, nécessaire pour obtenir une valeur de BER fixe (par exemple 10^{-12}).

NOTE – D'autres définitions susceptibles de s'appliquer à ce paramètre sont à l'examen.

5.2.3.2 gamme de longueurs d'onde du signal d'exploitation: gamme de longueurs d'onde à l'intérieur de laquelle l'OAR a la sensibilité donnée et une puissance d'entrée en saturation pour un BER donné (par exemple 10^{-12}), à un débit binaire spécifié.

5.2.3.3 gamme de longueurs d'onde accordables (applicable uniquement à des dispositifs OAR pourvus de filtres optiques accordables): gamme de longueurs d'onde (à l'intérieur de la gamme de longueurs d'onde du signal d'exploitation) à l'intérieur de laquelle il est possible d'accorder le ou les filtres optiques accordables du dispositif OAR.

5.2.3.4 niveau de puissance de l'ASE: puissance optique associée à l'ASE émanant du port optique d'entrée du dispositif OAR, dans des conditions d'exploitation nominales.

5.2.3.5 facteur de réflexion à l'entrée: fraction de la puissance optique incidente, à la longueur d'onde d'exploitation, réfléchi par le dispositif OAR depuis le port d'entrée optique, dans des conditions d'exploitation nominales, exprimée en dB.

5.2.3.6 largeur de bande des filtres ASE: largeur spectrale à mi-hauteur de la longueur d'onde du filtre ASE.

NOTE – La largeur de bande du filtre ASE détermine la largeur spectrale maximale du signal d'entrée.

5.2.3.7 puissance optique d'entrée maximale: puissance optique maximale pouvant entrer par le port d'entrée du dispositif OAR, pour laquelle ce dernier demeure conforme à ses spécifications

5.2.3.8 fuite de pompage à l'entrée: puissance optique de pompage qui est émise depuis le port d'entrée OAR, dans des conditions d'exploitation nominales.

NOTE 1 – La mesure est effectuée avec une puissance optique du signal d'entrée donnée.

NOTE 2 – La fuite de pompage maximal à l'entrée peut se produire en l'absence même de signal d'entrée.

5.2.3.9 connexions optiques: type de connecteur et/ou type de fibre utilisé comme port d'entrée du dispositif OAR.

NOTE – Les caractéristiques et performances optiques, mécaniques et environnementales du connecteur optique et de la fibre de connexion doivent être respectivement conformes aux normes internationales CEI 60874-1 et CEI 60793-2.

5.2.3.10 sécurité: précautions ou normes de sécurité établies que les installateurs, opérateurs et fabricants doivent observer ou prendre, selon le cas, pour garantir l'exploitation sûre des sous-systèmes OA. Sauf indication contraire, il convient d'utiliser les normes CEI 60825-1 et CEI 60825-2. Pour de plus amples informations se référer également à la Rec. UIT-T G.664, *Procédures et prescriptions de sécurité optique applicables aux systèmes de transports optiques* et à la CEI 61292-4, *Optical amplifiers – Part 4: Maximum permissible optical power for the damage-free and safe use of optical amplifiers, including Raman amplifiers*.

6 Méthodes de test

Conformément à un accord conclu avec le GT 3 du SC86C de la CEI, les directives à suivre pour la mesure de la plupart des paramètres définis au § 5 sont indiquées de façon générale dans les Publications CEI 61290: *Amplificateurs à fibres optiques – Spécification de base – Méthodes d'essai*. Chaque méthode de test est en général présentée en vue de la mesure d'un groupe de paramètres connexes, le groupement de ces paramètres étant donné dans le Tableau 1, qui est assorti des références aux spécifications correspondantes. Figurent également au Tableau 1 les méthodes de test visées actuellement dans la série 61290 de la CEI pour chaque groupe de paramètres.

NOTE 1 – Les méthodes de test exposées dans ces documents de la CEI renvoient à des définitions de paramètres de la CEI dans lesquelles, par exemple, les affaiblissements et pertes au niveau des connecteurs reçoivent un traitement un peu différent de celui qui leur est réservé dans les définitions données dans la présente Recommandation. De plus amples détails sur ce sujet sont fournis à l'Appendice III/G.665.

NOTE 2 – L'évaluation comparative des méthodes d'essai indiquées dans les Spécifications de base de la CEI est en cours d'élaboration. Lorsqu'elle sera disponible, les méthodes de test de référence, ainsi que les méthodes de test en variante, choisies pour chaque paramètre défini dans la présente Recommandation, seront indiquées.

Tableau 1/G.661 – Méthodes de test recommandées pour les paramètres définis au § 5

Groupe de paramètres de mesure	Numéro de la spécification de la méthode de test	Méthode de test (TM, <i>test method</i>)
Paramètres de gain	CEI 61290-1	CEI 61290-1-1: TM d'analyseur de spectre optique CEI 61290-1-2: TM d'analyseur de spectre électrique CEI 61290-1-3: TM d'appareil de mesure de puissance optique CEI 61290-10-1: méthode d'impulsion utilisant un interrupteur optique et un analyseur de spectre optique CEI 61290-10-2: méthode d'impulsion utilisant un analyseur de spectre optique stroboscopique CEI 61290-10-3: paramètres à canaux multiples – méthodes par sondage
Paramètres de puissance optique	CEI 61290-1	CEI 61290-1-1: TM d'analyseur de spectre optique CEI 61290-1-2: TM d'analyseur de spectre électrique CEI 61290-1-3: TM d'appareil de mesure de puissance optique CEI 61290-10-1: méthode d'impulsion utilisant un interrupteur optique et un analyseur de spectre optique CEI 61290-10-2: méthode d'impulsion utilisant un analyseur de spectre optique stroboscopique CEI 61290-10-3: paramètres à canaux multiples – méthodes par sondage
Paramètres de bruit	CEI 61290-3: méthodes de mesure des paramètres du facteur bruit	CEI 61290-3-1: TM d'analyseur de spectre optique CEI 61290-3-2: TM d'analyseur de spectre électrique CEI 61290-3-3: TM à impulsion optique (à l'étude) CEI 61290-10-1: méthode d'impulsion utilisant un interrupteur optique et un analyseur de spectre optique CEI 61290-10-2: méthode d'impulsion utilisant un analyseur de spectre optique stroboscopique CEI 61290-10-3: paramètres à canaux multiples – méthodes par sondage
Dispersion en mode polarisation	CEI 61290-11	CEI 61290-11-1: méthode d'analyse propre de matrice de Jones CEI 61290-11-2: méthode d'analyse par la sphère de Poincaré
Paramètres de facteur de réflexion énergétique	CEI 61290-5	CEI 61290-5-1: TM d'analyseur de spectre optique CEI 61290-5-2: TM d'analyseur de spectre électrique CEI 61290-5-3: TM d'analyseur de spectre électrique (pour la tolérance sur le facteur de réflexion énergétique)
Paramètres de fuite de pompage	CEI 61290-6	CEI 61290-6-1: TM de démultiplexeur optique
Paramètres d'affaiblissement d'insertion	CEI 61290-7	CEI 61290-7-1: TM d'appareil de mesure de puissance optique filtrée
Paramètres du sous-système OA	CEI 61290-9	A l'étude

Appendice I

Principales différences entre amplificateurs à fibres optiques et amplificateurs optiques à semi-conducteurs

Dans le présent appendice, seront examinées les principales différences qui existent entre les amplificateurs à fibre optique et les amplificateurs optiques à semi-conducteur. Les grandes catégories d'amplificateurs optiques comprenant les amplificateurs à semi-conducteur, les amplificateurs à fibre optique utilisant de nombreux types de dopant à terres rares et d'autres types d'amplificateurs sont exposés plus en détail dans la norme CEI 61292-3, *Amplificateurs optiques – Partie 3: classification, caractéristiques et applications*. On trouvera par ailleurs des informations complémentaires sur les amplificateurs optiques Raman répartis dans la Rec. UIT-T G.665, *Caractéristiques génériques des amplificateurs Raman et des sous-systèmes à amplification Raman*.

I.1 Remarques générales

Le mécanisme physique produisant le gain dans les amplificateurs optiques à semi-conducteurs (SOA) diffère à plusieurs égards de celui des amplificateurs à fibres optiques. Fondamentalement, les amplificateurs SOA sont des lasers à semi-conducteur sans rétroaction dans la cavité optique (les facettes de la puce possèdent un revêtement antiréfléchissant). L'inversion des populations est réalisée dans la région active par un courant électrique. L'émission stimulée de photons se produit par des processus de recombinaison des lacunes électroniques induits par les photons du signal (à des longueurs d'onde appartenant à la bande d'amplification du matériau semi-conducteur). Le gain linéique des matériaux semi-conducteurs est beaucoup plus grand que celui des fibres actives dopées aux terres rares (REDF, *rare-earth doped active fibres*), ce qui explique les très courtes longueurs de ces dispositifs: 0,5 mm contre des dizaines de mètres pour les fibres REDF. Ce fait, associé au pompage direct par le courant de polarisation, rend les amplificateurs SOA très simples et très compacts par rapport aux amplificateurs OFA, qui nécessitent de longues fibres actives, des sources de rayonnement laser pour le pompage optique et divers composants optiques pour fibres.

Par ailleurs, les amplificateurs SOA sont flexibles en termes de longueur d'onde de fonctionnement et, en fonction de la composition du matériau semi-conducteur, peuvent être utilisés dans la deuxième (1310 nm) ou dans la troisième (1550 nm) fenêtre de longueur d'onde alors qu'actuellement les amplificateurs OFA de qualité élevée fonctionnent normalement aux alentours de 1550 nm.

Une autre différence importante est que la dynamique de gain des amplificateurs SOA est beaucoup plus rapide que celle des amplificateurs OFA. Le temps caractéristique nécessaire pour un rétablissement complet du gain est normalement de 200 ps dans un SOA contre 0,5 à 10 ms dans un OFA. Par conséquent, les SOA ne sont pas aussi insensibles que les OFA aux brouillages par saturation transversale et par distorsion de la forme d'onde à cause de la saturation.

L'élasticité de leur dynamique de gain implique également que les SOA ont une forte non-linéarité lorsqu'ils fonctionnent en régime de saturation, contrairement aux OFA qui ont un comportement linéaire dans presque toutes les conditions de fonctionnement intéressant les télécommunications optiques. Cette caractéristique, qui peut être préjudiciable aux applications des SOA comme amplificateurs de ligne dans les systèmes à multiplexage par division en longueur d'onde (WDM, *wave division multiplexing*), peut être tournée à l'avantage de l'implémentation de certaines importantes fonctions de système comme la conversion de longueur d'onde, la commutation optique et le démultiplexage.

En dernier lieu, la géométrie de guidage actif des amplificateurs à semi-conducteurs ne correspond pas à celle des fibres optiques, ce qui produit des pertes élevées lors d'un couplage avec les fibres de la ligne et, en raison de la symétrie rectangulaire, un gain pouvant dépendre fortement de la polarisation (PDG, *polarization-dependent gain*).

Ces différences structurelles entre amplificateurs SOA et OFA se répercutent évidemment sur la performance de ces dispositifs. L'objet du présent appendice est de comparer les caractéristiques des deux types d'amplificateurs optiques. La liste des principaux paramètres optiques à prendre en considération pour caractériser et comparer la performance optique des SOA et des EDFA est donnée au § I.2. Quelques indications sont données ci-après au sujet des valeurs qui peuvent être associées aux paramètres de SOA mentionnés, comparativement aux valeurs correspondantes pour les OFA, ces valeurs étant typiques des amplificateurs EDFA.

En fait, les amplificateurs EDFA représentent le stade le plus avancé de la technique des amplificateurs OFA. La technologie des amplificateurs EDFA est très bien étayée et ces dispositifs sont largement offerts sur le marché depuis plusieurs années. Ils sont produits à l'échelle mondiale par divers constructeurs. En revanche, les amplificateurs SOA en sont encore au stade de la recherche appliquée. Actuellement, très peu de constructeurs en fabriquent et la production est très faible. Bien que la technique des amplificateurs optiques à semi-conducteurs soit fondée sur la technique très bien étayée des lasers à semi-conducteurs, plusieurs problèmes importants n'ont pas encore trouvé de solutions satisfaisantes pour une production en grande série: fermeture, épissurage des amorces, revêtement antiréfléchissant et sensibilité à la polarisation.

Par ailleurs, des essais sur site d'amplificateurs SOA ont été récemment entrepris et l'on ne dispose actuellement que de données expérimentales limitées sur l'utilisation des SOA sur site [B.1].

Dans le présent appendice, seules les caractéristiques d'amplification des SOA sont prises en considération car la possibilité de les utiliser pour l'implémentation d'autres fonctions est hors du domaine d'application du présent appendice.

I.2 Comparaison des caractéristiques de performances optiques entre amplificateurs SOA et OFA

Les valeurs des paramètres d'amplificateurs SOA indiquées dans la comparaison ci-dessous ne sont qu'indicatives et reflètent l'état actuel de la technique des amplificateurs SOA; elles peuvent être soumises à des modifications en fonction de l'évolution de la technique des SOA.

– *Gain pour les signaux faibles*

Le gain des amplificateurs SOA pour les signaux faibles est affecté par l'affaiblissement de couplage des amplificateurs à fibre (négligeable dans le cas des amplificateurs EDFA). Les valeurs normales sont d'environ 30 dB pour les prototypes de laboratoire, sans tenir compte de l'affaiblissement de couplage, et de 10 à 15 dB de fibre à fibre pour les composants du commerce à sorties épissurées. Pour les amplificateurs EDFA, le gain en signaux faibles est normalement supérieur à 30 dB.

– *Largeur de fenêtre spectrale*

La largeur de fenêtre spectrale des SOA est normalement de 40 nm ou plus, contre 35 nm pour les EDFA. Les SOA peuvent être utilisés dans la deuxième (1310 nm) ou dans la troisième (1550 nm) région spectrale, selon la composition du matériau semi-conducteur. De récentes expériences, effectuées sur des amplificateurs SOA à puits quantiques multiples ont démontré la possibilité d'obtenir une largeur de fenêtre spectrale pouvant atteindre 120 nm.

- *Variation du gain pour les signaux faibles en fonction de la longueur d'onde*
L'utilisation de revêtements antiréfléchissants très efficaces sur les facettes de la puce a permis de réduire, dans les SOA du commerce, la variation crête à crête du gain pour les signaux faibles en fonction de la longueur d'onde à moins de 1 dB dans la largeur de fenêtre spectrale.
- *Puissance de sortie à saturation*
La puissance de sortie à saturation peut atteindre en laboratoire +15 dBm pour des prototypes d'amplificateurs SOA (fibre à fibre). Les valeurs obtenues pour ce paramètre commencent à se rapprocher de celles des éléments EDFA du commerce (au moins de +17 à +20 dBm).
- *Facteur de bruit (NF, noise figure)*
Le facteur de bruit des amplificateurs SOA est affecté par l'affaiblissement particulièrement élevé du couplage avec les fibres. Des valeurs d'environ 5 à 6 dB ont été obtenues avec des modules SOA expérimentaux, alors que des valeurs de 7 à 9 dB sont courantes pour des éléments du commerce épissurés. Les valeurs normales des EDFA du commerce sont de 5 à 6 dB pour les éléments à pompage sur 980 nm et de 6 à 7 dB pour les éléments à pompage sur 1480 nm.
- *Variation du gain en fonction de la polarisation (PDG)*
Dans les SOA de laboratoire, le gain en fonction de la polarisation a été réduit à des valeurs négligeables (0,2 dB). Dans les SOA du commerce, les valeurs normales sont de 2 à 5 dB. Le gain en fonction de la polarisation est négligeable dans les amplificateurs EDFA (0,2 dB).
- *Diaphonie dynamique en fonction du gain*
A l'étude.

1.3 Applications

Au stade actuel de la technique des amplificateurs SOA, leurs applications les plus appropriées comme blocs de gain dans les systèmes optiques point à point semblent être les suramplificateurs intégrés dans l'émetteur à laser, bien qu'il y ait quelques limitations en termes de puissance de sortie.

Les problèmes relatifs aux applications d'amplificateur de ligne et de préamplificateur (comme la sensibilité à la polarisation et le facteur de bruit relativement élevé) sont sur le point d'être résolus (par exemple grâce à l'utilisation d'amplificateurs SOA à calage de gain [B.2]). On a récemment utilisé avec succès des SOA comme amplificateurs de ligne lors d'essais en vraie grandeur à 10 Gbit/s [B.3]. Lors de cette expérience de transmission, le système optique était exploité à 1310 nm, soit dans une fenêtre spectrale pour laquelle aucun amplificateur OFA de qualité élevée n'avait encore été mis au point.

Par ailleurs, les amplificateurs SOA possèdent de grandes possibilités en tant que dispositifs fonctionnels dans des commutateurs optiques (afin de remplir des fonctions simultanées de gain et de portillonnage rapide) ainsi que dans d'autres dispositifs de traitement de signal (convertisseurs de longueur d'onde, multiplexeurs/démultiplexeurs optiques), grâce à la réponse nettement non linéaire qu'ils offrent en régime de saturation. Ces dispositifs peuvent également être intégrés dans des matrices de commutation optique afin de compenser les pertes internes de ces matrices.

Appendice II

Paramètres environnementaux, mécaniques, physiques et de fiabilité des dispositifs et sous-systèmes amplificateurs optiques

On trouvera ci-après pour information des définitions de termes et expressions supplémentaires couvrant les aspects environnementaux, mécaniques, physiques et de fiabilité des dispositifs et sous-systèmes amplificateurs optiques, termes et expressions normatifs tirés de l'édition 2.0 de la CEI 61291-1.

II.1 Paramètres concernant les dispositifs OA

II.1.1 Dimensions externes et masse

Hauteur, longueur, largeur et masse maximales de l'OA.

II.1.2 Conditions d'environnement

Gammes de température, d'humidité et de vibrations pour lesquelles l'OA peut être stocké, utilisé ou transporté en conservant les valeurs spécifiées de ses paramètres.

II.1.3 Humidité relative maximale en fonctionnement

Humidité relative maximale à laquelle l'OA peut fonctionner sans dégradation de ses paramètres spécifiés.

II.1.4 Niveau de vibrations maximal en fonctionnement

Niveau de vibrations maximal auquel l'OA peut fonctionner en conservant ses paramètres spécifiés.

II.1.5 Température de stockage

Gamme de température à l'intérieur de laquelle l'OA peut être stocké en conservant ses paramètres spécifiés.

II.1.6 Humidité relative maximale de stockage

Humidité relative maximale à laquelle l'OA peut être stocké en conservant ses paramètres spécifiés.

II.1.7 Niveau maximal de vibrations/chocs pour le transport

Niveau de vibrations/chocs maximal pour le transport n'entraînant pas de détérioration des valeurs spécifiées de l'OA.

II.1.8 Fiabilité

Espérance de vie utile. La fiabilité d'un OA est exprimée par l'un des deux paramètres suivants: temps moyen entre défaillances (MTBF, *mean time between failure*) ou unité d'intensité de défaillance ou nombre de défaillances dans un temps donné (FIT, *failure in time*). La MTBF est la durée moyenne de fonctionnement continu de l'OA sans aucune défaillance dans des conditions spécifiées de fonctionnement et d'environnement. Le FIT est le nombre de défaillances par 10^9 heures dans des conditions spécifiées de fonctionnement et d'environnement.

NOTE – La qualification de fiabilité est traitée par la CEI 61291-5-2.

II.1.9 Commande des alarmes à distance et locales

Fonctions qui permettent la supervision du fonctionnement du système OA, par la détection et la signalisation de défaillances possibles.

II.2 Paramètres concernant les sous-systèmes OA

Les définitions ci-dessous ont trait aux paramètres correspondant aux aspects environnementaux, mécaniques, physiques et de fiabilité des sous-systèmes OA génériques, à savoir les émetteurs à amplification optique (OAT) et les récepteurs à amplification optique (OAR).

II.2.1 Exigences d'alimentation et de commande

Courants et/ou tensions ainsi que signaux électriques nécessaires au fonctionnement du système OA dans les valeurs maximales indiquées. Les tolérances nécessaires sur l'alimentation électrique/optiques et les procédures d'enclenchement/déclenchement sont incluses.

II.2.2 Puissance maximale consommée

Puissance électrique nécessaire pour que le système OA fonctionne aux valeurs maximales déclarées.

II.2.3 Température en fonctionnement

Gamme de température à l'intérieur de laquelle le système OA peut fonctionner et toujours posséder tous ses paramètres spécifiés.

II.2.4 Humidité relative maximale en fonctionnement

Humidité relative maximale à laquelle le système OA peut fonctionner sans dégradation de ses paramètres spécifiés.

II.2.5 Niveau de vibrations maximal en fonctionnement

Niveau de vibrations maximal auquel le système OA peut fonctionner en conservant tous ses paramètres spécifiés.

II.2.6 Température de stockage

Gamme de température à l'intérieur de laquelle le système OA peut être stocké en conservant ses paramètres spécifiés.

II.2.7 Humidité relative maximale de stockage

Humidité relative maximale à laquelle le système OA peut être stocké en conservant ses paramètres spécifiés.

II.2.8 Niveau maximal de vibrations/chocs pour le transport

niveau de vibrations/chocs maximal pour le transport n'entraînant pas de détérioration des valeurs spécifiées du système OA.

II.2.9 Fiabilité

Espérance de vie utile. La fiabilité d'un système OA est exprimée par l'un des deux paramètres suivants: temps moyen entre défaillances (MTBF) ou unité d'intensité de défaillance ou nombre de défaillances dans un temps donné (FIT). La MTBF est la durée moyenne de fonctionnement continu sans aucune défaillance dans des conditions spécifiées de fonctionnement et d'environnement. Le FIT est le nombre de défaillances par 10^9 heures dans des conditions spécifiées de fonctionnement et d'environnement.

NOTE – La qualification de fiabilité est traitée par la CEI 61291-5-2.

II.2.10 Commande des alarmes à distance et locales

Fonctions qui permettent la supervision du fonctionnement du système OA, par la détection et la signalisation de défaillances possibles.

II.3 Méthodes de test des paramètres environnementaux et des paramètres de fiabilité

Les méthodes de test exposées actuellement dans la série CEI 61290 quant aux paramètres visés dans le présent appendice sont indiquées au Tableau II.1.

Tableau II.1/G.661 – Méthodes de test recommandées pour les paramètres définis à l'Appendice II

Groupe de paramètres d'essai	Numéro de la spécification de la méthode de test	Méthodes de test (TM)
Paramètres environnementaux et paramètres de fiabilité	CEI 61291-5-2: qualification de fiabilité	A l'étude

BIBLIOGRAPHIE

- [B.1] REID (J.J.) *et al.*: Proceedings of the 11th International Conference on Integrated Optics and Optical Fibre Communications (IOOC) and of the 23rd European Conference on Optical Communications (ECOC), Vol. 1, page 83, Edinburgh, (UK), 22-25 septembre 1997.
- [B.2] VAN DEN HOVEN (G.N.), TIEMEIJER, (L.F.): Technical Digest of Optical Amplifiers and their Applications (OAA), Invited Paper TuC1, Victoria (BC, Canada), 21-23 juillet 1997.
- [B.3] KUINDERSMA (P.I.) *et al.*: Proceedings of the 11th International Conference on Integrated Optics and Optical Fibre Communications (IOOC) and of the 23rd European Conference on Optical Communications (ECOC), Vol. 1, page 79, Edinburgh (UK), 22-25 septembre 1997.

SÉRIES DES RECOMMANDATIONS UIT-T

Série A	Organisation du travail de l'UIT-T
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	Gestion des télécommunications y compris le RGT et maintenance des réseaux
Série N	Maintenance: circuits internationaux de transmission radiophonique et télévisuelle
Série O	Spécifications des appareils de mesure
Série P	Qualité de transmission téléphonique, installations téléphoniques et réseaux locaux
Série Q	Commutation et signalisation
Série R	Transmission télégraphique
Série S	Equipements terminaux de télégraphie
Série T	Terminaux des services télématiques
Série U	Commutation télégraphique
Série V	Communications de données sur le réseau téléphonique
Série X	Réseaux de données, communication entre systèmes ouverts et sécurité
Série Y	Infrastructure mondiale de l'information, protocole Internet et réseaux de prochaine génération
Série Z	Langages et aspects généraux logiciels des systèmes de télécommunication