

# UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION  
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS  
DE L'UIT

# G.665

(01/2005)

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

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

---

**Caractéristiques génériques des amplificateurs  
Raman et des sous-systèmes à amplification  
Raman**

Recommandation UIT-T G.665

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	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
<b>Caractéristiques des composants et sous-systèmes optiques</b>	<b>G.660–G.699</b>
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
EQUIPEMENTS TERMINAUX NUMÉRIQUES	G.7000–G.7999
RÉSEAUX NUMÉRIQUES	G.8000–G.8999

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

## **Recommandation UIT-T G.665**

### **Caractéristiques génériques des amplificateurs Raman et des sous-systèmes à amplification Raman**

#### **Résumé**

La présente Recommandation recense les définitions et les méthodes de mesure des paramètres de performance des amplificateurs Raman et des sous-systèmes à amplification Raman à fibres optiques ci-après:

- amplificateurs Raman répartis à pompage inverse;
- amplificateurs Raman répartis à pompage vers l'avant;
- amplificateurs Raman répartis à pompage bidirectionnel;
- amplificateurs Raman composites répartis à pompage inverse;
- amplificateurs Raman composites répartis à pompage bidirectionnel;
- amplificateurs Raman discrets.

La présente Recommandation décrit la classification, les codes types ainsi que les modèles de référence des différents amplificateurs Raman. Elle présente également les caractéristiques générales de ces amplificateurs et définit les paramètres de qualité de performance et de mesure qui leurs sont associés.

#### **Source**

La Recommandation UIT-T G.665 a été approuvée le 13 janvier 2005 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 n'avait pas été avisée de l'existence d'une propriété intellectuelle protégée par des brevets à acquérir pour mettre en œuvre la présente Recommandation. Toutefois, comme il ne s'agit peut-être pas de renseignements les plus récents, il est vivement recommandé aux responsables de la mise en œuvre de consulter la base de données des brevets du TSB.

© UIT 2005

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

## TABLE DES MATIÈRES

		<b>Page</b>
1	Domaine d'application .....	1
2	Références normatives.....	1
3	Abréviations.....	1
4	Termes et définitions .....	2
	4.1 Amplificateurs Raman répartis et discrets.....	2
	4.2 Paramètres de puissance du signal optique .....	3
	4.3 Paramètres de gain.....	3
	4.4 Paramètres de spectre de gain.....	4
	4.5 Paramètres de bruit .....	5
	4.6 Paramètres de puissance de pompage.....	6
	4.7 Paramètres de fuite de pompage.....	6
	4.8 Paramètres fonction de la polarisation .....	6
	4.9 Réponse en gain lors de l'adjonction/la suppression d'un canal .....	7
	4.10 Paramètres du facteur de réflexion .....	7
	4.11 Paramètres d'affaiblissement d'insertion .....	7
	4.12 Autres paramètres .....	8
5	Classification .....	8
	5.1 Règles de classification .....	8
	5.2 Codes types.....	8
	5.3 Modèle de référence .....	9
6	Caractéristiques génériques des dispositifs d'amplification Raman .....	11
7	Paramètres de performance et d'essai .....	13
8	Sécurité optique .....	15
	Appendice I – Mesures du brouillage par trajets multiples (MPI, <i>multi-path interference</i> ) pour les systèmes de transmission à ondes lumineuses .....	15
	I.1 Mesure de l'extinction dans le domaine temporel [1].....	15
	I.2 Mesure électrique [2].....	16
	Appendice II – Modèles physiques et équivalents d'amplificateurs Raman répartis.....	16
	Appendice III – Considérations relatives aux pertes dans les épissures et les connecteurs.....	18
	BIBLIOGRAPHIE .....	20



# Recommandation UIT-T G.665

## Caractéristiques génériques des amplificateurs Raman et des sous-systèmes à amplification Raman

### 1 Domaine d'application

La présente Recommandation recense les définitions et les méthodes de mesure des paramètres de performance des amplificateurs Raman et des sous-systèmes à amplification Raman à fibres optiques. Dans le cas des amplificateurs Raman répartis ou discrets (pompage vers l'avant, pompage inverse, pompage bidirectionnel) ou des amplificateurs Raman composites répartis et discrets, les caractéristiques génériques de ces amplificateurs et sous-systèmes sont également spécifiées.

### 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.661 (1998), *Définition et méthodes de mesure des paramètres génériques relatifs aux dispositifs et sous-systèmes amplificateurs optiques*.
- Recommandation UIT-T G.662 (1998), *Caractéristiques génériques des dispositifs et sous-systèmes amplificateurs optiques*.
- Recommandation UIT-T G.663 (2000), *Aspects relatifs aux applications des sous-systèmes et dispositifs amplificateurs optiques*.
- Recommandation UIT-T G.664 (2003), *Procédures et prescriptions de sécurité optique applicables aux systèmes de transport optiques*.
- Série CEI 61290, *Méthodes d'essai des amplificateurs optiques*.
- Série CEI 61291, *Amplificateurs optiques (aspects généraux)*.
- Série CEI 61292, *Rapports techniques concernant les amplificateurs optiques*.
- Série CEI 60825, *Sécurité des appareils à laser*.

### 3 Abréviations

La présente Recommandation utilise les abréviations suivantes:

ASE	émission spontanée amplifiée ( <i>amplified spontaneous emission</i> )
C	connecteur optique associé à l'amplificateur Raman
DOP	degré de polarisation optique ( <i>degree of optical polarization</i> )
DRS	double diffusion de Rayleigh ( <i>double Rayleigh scattering</i> )
EDFA	amplificateur à fibre dopée à l'erbium ( <i>erbium-doped fibre amplifier</i> )
$FP_i$	point d'entrée du signal pour l'amplificateur Raman à pompage vers l'avant
$FP_o$	point de sortie du signal pour l'amplificateur Raman à pompage vers l'avant

FRA	amplificateur Raman à fibres optiques ( <i>fibre Raman amplifier</i> )
GMP	point de mesure de gain ( <i>gain measurement point</i> )
MPI	brouillage par trajets multiples ( <i>multi-path interference</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> )
ORL	perte de retour optique ( <i>optical return loss</i> )
PDG	variation du gain en fonction de la polarisation ( <i>polarization-dependent gain</i> )
PMD	dispersion des modes par polarisation ( <i>polarization mode dispersion</i> )
RIN	bruit d'intensité relative ( <i>relative intensity noise</i> )
$RP_i$	point d'entrée du signal pour l'amplificateur Raman à pompage inverse
$RP_o$	point de sortie du signal pour l'amplificateur Raman à pompage inverse
Rx	récepteur (optique)
SRS	diffusion Raman stimulée ( <i>stimulated Raman scattering</i> )
Tx	émetteur (optique)

## 4 Termes et définitions

Le présent paragraphe définit les différents amplificateurs Raman répartis ainsi que l'amplificateur Raman discret. On y trouvera également la définition des paramètres de performance associés aux amplificateurs Raman.

### 4.1 Amplificateurs Raman répartis et discrets

Le présent paragraphe définit les amplificateurs Raman répartis et discrets. On trouvera d'autres informations sur ces types d'amplificateurs Raman dans la Norme CEI 61292-3.

**4.1.1 amplificateurs Raman répartis:** les amplificateurs Raman répartis sont des amplificateurs dont l'effet d'amplification est produit par une partie de la fibre optique utilisée pour la transmission. Ces amplificateurs sont considérés comme étant répartis dans la mesure où tout ou partie de la fibre de transmission est utilisé aux fins de l'amplification. Les amplificateurs Raman répartis peuvent être classés en trois catégories:

- ***amplificateurs Raman à pompage vers l'avant:*** l'énergie de pompage et le signal se propagent dans la même direction le long de la fibre de transmission;
- ***amplificateurs Raman à pompage inverse:*** l'énergie de pompage et le signal se propagent dans des directions opposées dans la fibre de transmission;
- ***amplificateurs Raman à pompage bidirectionnel:*** l'énergie de pompage est appliquée aux deux extrémités de la fibre de transmission. Dans ce cas, une partie de l'énergie de pompage se propage dans la direction du signal et une autre partie dans la direction opposée au signal à l'intérieur du support de transmission.

**4.1.2 amplificateurs Raman discrets:** un amplificateur Raman discret est un amplificateur destiné à des signaux optiques dont l'effet d'amplification est obtenu par l'effet de diffusion Raman stimulée (SRS, *stimulated Raman scattering*) de la fibre, tous les composants physiques de l'amplificateur étant entièrement contenus à l'intérieur du dispositif.

## 4.2 Paramètres de puissance du signal optique

Paramètre	Définition	Notes
4.2.1 Puissance d'entrée équivalente	Puissance au point de référence d'entrée lors de la désactivation de la pompe Raman.	Dans le cas d'un amplificateur Raman à pompage inverse, le point de référence d'entrée est au niveau du point $RP_i$ dans la Figure 1. En ce qui concerne les autres configurations d'amplificateurs Raman, se reporter au § 5.3.
4.2.2 Stabilité de sortie pour les signaux forts	Voir § 4.9/G.661	
4.2.3 Puissance de sortie à saturation (puissance de compression du gain)	Voir § 4.11/G.661	
4.2.4 Puissance nominale du signal de sortie	Voir § 4.12/G.661	
4.2.5 Puissance maximale totale de sortie	Voir § 4.25/G.661	
4.2.6 Limites de puissance d'entrée	Voir § 4.28/G.661	
4.2.7 Limites de puissance de sortie	Voir § 4.29/G.661	

## 4.3 Paramètres de gain

Paramètre	Définition	Notes
4.3.1 Gain d'activation/de désactivation Raman	CEI 61291-1 § 3.1.18 et § 3.1.19 Augmentation de la puissance optique du signal au point de mesure du gain (GMP, <i>gain measurement point</i> ) défini au § 5.3, lors de l'activation de la pompe Raman, par rapport à la puissance optique du signal au point GMP lors de la désactivation de la pompe Raman.	Applicable aux amplificateurs Raman répartis.
4.3.2 Gain net	Combinaison du gain d'activation/de désactivation Raman et du gain de l'amplificateur optique, le cas échéant, dont est soustrait l'affaiblissement entre les points de référence d'entrée et de sortie de l'amplificateur.	
4.3.3 Gain net de canal	Gain net pour chaque canal à une longueur d'onde donnée dans une configuration multicanal.	
4.3.4 Gain net pour les signaux faibles	Voir § 4.1/G.661	
4.3.5 Gain net inverse pour les signaux faibles	Voir § 4.2/G.661	
4.3.6 Gain net maximal pour les signaux faibles	Voir § 4.3/G.661	
4.3.7 Longueur d'onde de gain net maximal pour les signaux faibles	Voir § 4.4/G.661	

Paramètre	Définition	Notes
4.3.8 Variation du gain net maximal pour les signaux faibles en fonction de la température	Voir § 4.5/G.661	
4.3.9 Bande de longueur d'onde (gain net pour les signaux faibles)	Voir § 4.6/G.661	
4.3.10 Stabilité du gain net pour les signaux faibles	Voir § 4.8/G.661	

#### 4.4 Paramètres de spectre de gain

Paramètre	Définition	Notes
4.4.1 Pente moyenne de l'enveloppe du spectre de gain net multicanal	<p>Pour la longueur d'onde <math>\lambda_i</math> et le gain net correspondant <math>G_i</math>, il est possible d'approcher la valeur <math>G_i</math> au moyen d'une équation linéaire</p> $\hat{G}_i = b\lambda_i + a$ <p>Où <math>a</math> et <math>b</math> sont choisis de telle sorte que <math>\sum_{i=0}^n (\hat{G}_i - G_i)^2</math> soit réduit au minimum. La pente moyenne de l'enveloppe du spectre de gain net multicanal sera la valeur <math>b</math> dans l'équation linéaire ci-dessus.</p>	Se reporter également à la Norme CEI 61291-1, § 3.1.7 pour la pente de gain en mode de fonctionnement à longueur d'onde unique.
4.4.2 Bande spectrale de puissance	Voir § 3.1/G.662	
4.4.3 Variation du gain net multicanal	CEI 61291-4, CEI 61291-1, § 3.1.10	
4.4.4 Saturation mutuelle des gains nets	CEI 61291-4, CEI 61291-1, § 3.1.11	Dans un mode de fonctionnement multicanal
4.4.5 Variation différentielle du gain net multicanal	CEI 61291-4, CEI 61291-1, § 3.1.13	
4.4.6 Pente du gain net multicanal	CEI 61291-4, CEI 61291-1, § 3.1.14	

## 4.5 Paramètres de bruit

Paramètre	Définition
4.5.1 Brouillage par trajets multiples (MPI, <i>multi-path interference</i> )	<p>Dans le cas d'amplificateurs Raman à gains élevés, le bruit de la diffusion de Rayleigh peut être dominant. Outre une augmentation des émissions spontanées amplifiées (ASE, <i>amplified spontaneous emission</i>) dues à la diffusion de Rayleigh simple, le signal de propagation vers l'avant peut subir deux fois la diffusion Rayleigh. Cette double diffusion de Rayleigh (DRS, <i>double Rayleigh scattering</i>) peut provoquer une augmentation du brouillage MPI.</p> <p>On trouvera des indications concernant les mesures du brouillage MPI dans l'Appendice I.</p> <p>Se reporter également à la Norme CEI 61291-1 § 3.1.35 pour le facteur de qualité du brouillage par trajets multiples (MPI), et à la Norme CEI 61291-1, § 3.1.36 pour le facteur de qualité de la double diffusion de Rayleigh.</p>
4.5.2 Bruit différentiel d'intensité relative du signal optique	Rapport entre le bruit d'intensité relative d'entrée et le bruit d'intensité relative de sortie du signal optique. Ce bruit est principalement dû au brouillage MPI émis dans les amplificateurs Raman.
4.5.3 Facteur de bruit effectif (NF, <i>noise figure</i> )	<p>Facteur de bruit d'un amplificateur optique discret équivalent placé à l'extrémité d'une fibre optique, qui permet d'obtenir le gain effectif et la même puissance de sortie ASE que l'amplification répartie. Dans le cas d'un amplificateur composite, cela comprend le gain et le bruit ASE de l'amplificateur optique conventionnel.</p> <p>Se reporter également à la norme CEI 61291-1, § 3.1.41 pour le facteur de bruit total équivalent.</p>
4.5.4 Facteur de bruit effectif du canal	Dans le cas d'un mode de fonctionnement multicanal, le facteur de bruit effectif mesuré à la fréquence centrale d'un canal sera le facteur de bruit effectif de ce canal.
4.5.5 Niveau de puissance de l'émission spontanée amplifiée (ASE, <i>amplified spontaneous emission</i> ) vers l'avant	Voir § 4.14/G.661
4.5.6 Niveau de puissance de l'émission spontanée amplifiée inverse	Voir § 4.15/G.661
4.5.7 Facteur de bruit effectif (F)	Facteur de bruit effectif exprimé sous forme linéaire
4.5.8 Facteur de bruit spontané du signal	Voir § 4.34/G.661
4.5.9 Largeur de bande optique spontanée-spontanée ( $B_{sp-sp}$ , <i>spontaneous-spontaneous optical bandwidth</i> )	Voir § 4.35/G.661
4.5.10 Largeur de bande de l'émission spontanée amplifiée	Voir § 4.36/G.661

#### 4.6 Paramètres de puissance de pompage

Paramètre	Définition
4.6.1 Puissance de pompage minimale	Puissances de pompage la ou les plus basses disponibles au niveau de $RP_i$ (pour le pompage inverse) et/ou de $FP_O$ (pour le pompage vers l'avant) à partir de la ou des sources de pompage Raman pour lesquelles le fonctionnement de l'amplificateur Raman est stable.
4.6.2 Puissance de pompage maximale	Puissances de pompage la ou les plus élevées disponibles au niveau de $RP_i$ (pour le pompage inverse) et/ou de $FP_O$ (pour le pompage vers l'avant) à partir de la ou des sources de pompage Raman.
4.6.3 RIN du laser de pompage	Bruit d'intensité relative de l'énergie de pompage.

#### 4.7 Paramètres de fuite de pompage

Paramètre	Définition	Notes
4.7.1 Fuite de pompage à la sortie	Voir § 4.20/G.661	Dans un amplificateur composite, la fuite de pompage est due en partie à l'amplificateur Raman et en partie à l'amplificateur optique.
4.7.2 Fuite de pompage à l'entrée	Voir § 4.21/G.661	Dans un amplificateur composite, la fuite de pompage est due en partie à l'amplificateur Raman et en partie à l'amplificateur optique.

#### 4.8 Paramètres fonction de la polarisation

Paramètre	Définition	Notes
4.8.1 DOP du laser de pompage	CEI 61291-1, § 3.1.56, Degré de polarisation du laser de pompage.	
4.8.2 Variation du gain en fonction de la polarisation (PDG)	Voir § 4.10/G.661	
4.8.3 Dispersion des modes par polarisation (PMD)	Voir § 4.31/G.661	La dispersion PMD d'un dispositif d'amplification Raman combine l'effet PMD dû à la fibre de transmission et l'effet PMD dû au dispositif d'amplification. L'effet PMD dû à la fibre est spécifié dans les Recommandations UIT-T de la série G.650.

#### 4.9 Réponse en gain lors de l'adjonction/la suppression d'un canal

Paramètre	Définition
4.9.1 Réponse en gain lors de l'adjonction/la suppression d'un canal (régime permanent)	CEI 61291-4, CEI 61291-1, § 3.1.15 Variation en régime permanent du gain d'un canal quelconque due à l'adjonction/la suppression d'un ou de plusieurs autres canaux, pour une configuration multicanal donnée.
4.9.2 Réponse en gain transitoire lors de l'adjonction/la suppression d'un canal	CEI 61291-4, CEI 61291-1, § 3.1.16 Pour une configuration multicanal donnée, variation maximale en gain d'un canal quelconque due à l'adjonction/la suppression d'un ou de plusieurs autres canaux pendant la période transitoire suivant cette adjonction/suppression.
4.9.3 Temps de la réponse transitoire lors de l'adjonction/la suppression d'un canal	CEI 61291-4, CEI 61291-1, § 3.1.17 Durée entre le moment de l'adjonction/la suppression d'un canal et le moment où le niveau de puissance à la sortie de ce canal ou d'un autre canal atteint et reste dans les limites $+N$ dB $\sim -N$ dB de sa valeur en régime permanent.

#### 4.10 Paramètres du facteur de réflexion

Paramètre	Définition
4.10.1 Facteur de réflexion à l'entrée	Voir § 4.16/G.661
4.10.2 Facteur de réflexion à la sortie	Voir § 4.17/G.661
4.10.3 Facteur de réflexion maximal admissible à l'entrée	Voir § 4.18/G.661
4.10.4 Facteur de réflexion maximal admissible à la sortie	Voir § 4.19/G.661
4.10.5 Facteur de réflexion maximal admissible à l'entrée et à la sortie	Voir § 4.38/G.661

#### 4.11 Paramètres d'affaiblissement d'insertion

Paramètre	Définition
4.11.1 Affaiblissement d'insertion hors bande	§ 4.22/G.661. Pour les amplificateurs Raman répartis, ce paramètre correspond au gain net pour des longueurs d'onde hors bande.
4.11.2 Affaiblissement d'insertion hors bande inverse	§ 4.23/G.661. Pour les amplificateurs Raman répartis, ce paramètre correspond au gain net dans la direction inverse pour des longueurs d'onde hors bande.
4.11.3 Affaiblissement d'insertion dans la bande	§ 4.37/G.661. Pour les amplificateurs Raman répartis, ce paramètre correspond à l'affaiblissement entre les points de référence d'entrée et de sortie de l'amplificateur.

## 4.12 Autres paramètres

Paramètre	Définition	Notes
4.12.1 Consommation maximale de puissance	vois § 4.24/G.661	
4.12.2 Température de fonctionnement	voir § 4.26/G.661	
4.12.3 Connexions optiques	voir § 4.27/G.661	
4.12.4 Attribution des canaux	CEI 61291-4, CEI 61291-1, § 3.1.23	

## 5 Classification

### 5.1 Règles de classification

Les dispositifs d'amplification Raman peuvent être classés comme suit:

- amplificateurs Raman à pompage vers l'avant;
- amplificateurs Raman à pompage inverse;
- amplificateurs Raman à pompage bidirectionnel;
- amplificateurs Raman discrets (y compris les amplificateurs composites discrets Raman/dopés à l'erbium);
- amplificateurs composites Raman et discrets à pompage vers l'avant;
- amplificateurs composites Raman et discrets à pompage inverse;
- amplificateurs composites Raman et discrets à pompage bidirectionnel.

La classification ci-dessus s'applique aussi bien à une configuration monocanal qu'à une configuration multicanal.

### 5.2 Codes types

Le présent paragraphe énonce les principes régissant les codes types des amplificateurs Raman assortis d'exemples. Le code type d'un amplificateur Raman est composé d'une lettre majuscule, d'un chiffre et de deux lettres minuscules:

Lettre majuscule	Chiffre	Lettre minuscule 1	Lettre minuscule 2
------------------	---------	--------------------	--------------------

#### 5.2.1 Lettre majuscule

C — amplificateur Raman

#### 5.2.2 Chiffre

1. amplificateurs discrets (par exemple, post-amplificateurs et/ou amplificateurs de puissance);
2. préamplificateurs discrets;
3. amplificateurs de ligne discrets;
4. émetteurs à amplification optique discrets;
5. récepteurs à amplification optique discrets;
6. amplificateurs Raman répartis;
7. amplificateurs composites répartis et discrets.

### 5.2.3 Lettres minuscules

Lettre minuscule 1:

- a amplificateurs pour transmission analogique sur un seul canal (longueur d'onde);
- b amplificateurs pour transmission numérique sur un seul canal (longueur d'onde);
- c amplificateurs pour transmission numérique sur plusieurs canaux (longueurs d'onde).

Lettre minuscule 2:

- f pompage vers l'avant;
- r pompage inverse;
- b pompage bidirectionnel.

### 5.2.4 Exemples de codes types

Pour établir un code type valide, de nombreuses combinaisons des éléments ci-dessus (lettre majuscule, chiffre et lettres minuscules) sont possibles. On trouvera ci-après deux exemples de codes types valides.

- C6cr: amplificateur Raman réparti à pompage inverse pour transmission numérique sur plusieurs canaux.
- C7bb: amplificateur composite à pompage bidirectionnel pour transmission numérique sur un seul canal.

### 5.3 Modèle de référence

Le présent paragraphe définit les modèles de référence des différents dispositifs d'amplification Raman.

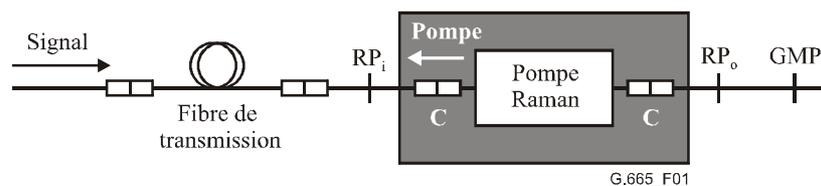
Dans les illustrations ci-dessous, l'indice (i) indique le point de référence d'entrée du signal et l'indice (o) le point de référence de sortie du signal.

Dans chaque cas, le point dénommé GMP est le point de mesure de gain, auquel sont effectuées deux mesures de puissance du signal. L'une concerne la puissance du signal lorsque les pompes Raman sont activées ( $P_{ON}$ ) et l'autre concerne la puissance du signal lorsque les pompes Raman sont désactivées ( $P_{OFF}$ ).

Le gain d'activation/de désactivation Raman se définit comme suit:  $10\text{Log}\left(\frac{P_{ON}}{P_{OFF}}\right)$

Les connecteurs dénommés "C" dans les Figures 1 à 6 sont les connecteurs qui sont directement associés à l'unité de pompage Raman (le cas échéant) et qui sont considérés comme faisant partie du dispositif d'amplification. Cette configuration des connecteurs est différente de celle de la CEI. On trouvera des informations supplémentaires sur ce point dans l'Appendice III.

L'amplificateur Raman à pompage inverse est représenté dans la Figure 1.

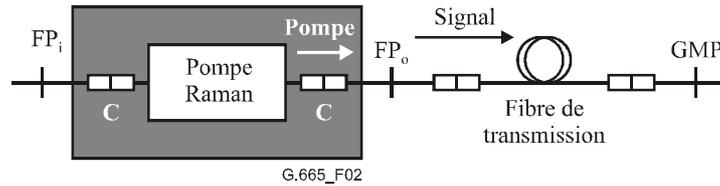


**Figure 1/G.665 – Amplificateur Raman à pompage inverse**

- $RP_i$  point de référence d'entrée du signal à pompage inverse
- $RP_o$  point de référence de sortie du signal à pompage inverse

Le gain net est le gain d'activation/de désactivation dont est soustrait l'affaiblissement entre les points de référence  $RP_i$  et  $RP_o$ , tel que défini au § 4.3.2.

L'amplificateur Raman à pompage vers l'avant est représenté dans la Figure 2.



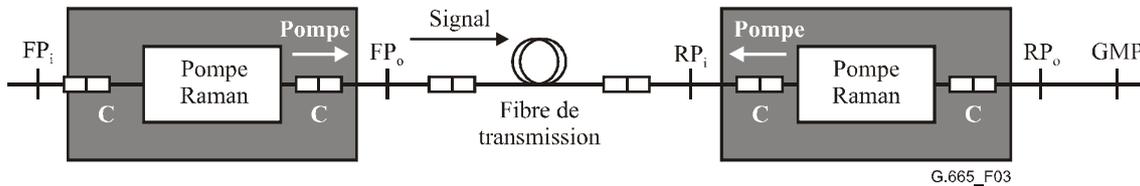
**Figure 2/G.665 – Amplificateur Raman à pompage vers l'avant**

$FP_i$  point de référence d'entrée du signal à pompage vers l'avant

$FP_o$  point de référence de sortie du signal à pompage vers l'avant

Le gain net est le gain d'activation/de désactivation dont est soustrait l'affaiblissement entre les points de référence  $FP_i$  et  $FP_o$ .

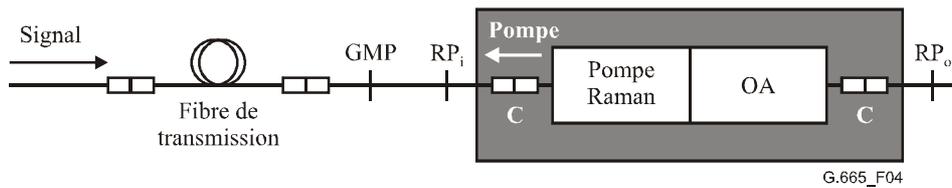
L'amplificateur Raman à pompage bidirectionnel est représenté dans la Figure 3.



**Figure 3/G.665 – Amplificateur Raman à pompage bidirectionnel**

Le gain net est le gain d'activation/de désactivation dont est soustrait l'affaiblissement entre les points de référence  $FP_i$  et  $FP_o$  et entre les points de référence  $RP_i$  et  $RP_o$ .

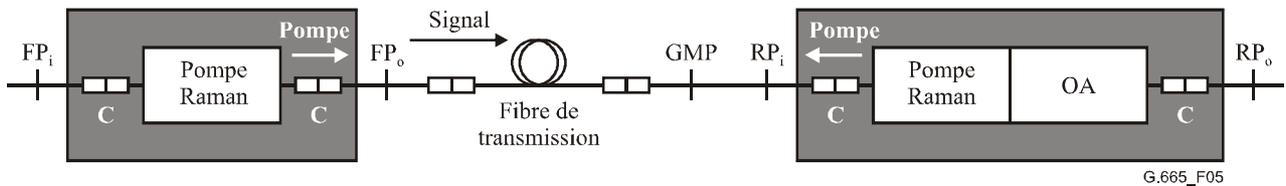
L'amplificateur composite Raman à pompage inverse est représenté dans la Figure 4.



**Figure 4/G.665 – Amplificateur Raman composite à pompage inverse**

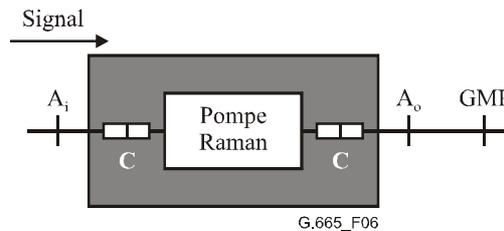
L'amplificateur Raman composite à pompage vers l'avant peut être considéré comme un amplificateur Raman à pompage vers l'avant suivi d'un amplificateur optique. Par conséquent, cette configuration ne sera pas examinée plus avant dans la présente Recommandation.

L'amplificateur Raman composite à pompage bidirectionnel est illustré dans la Figure 5.



**Figure 5/G.665 – Amplificateur Raman composite à pompage bidirectionnel**

L'amplificateur Raman discret est représenté dans la Figure 6.



**Figure 6/G.665 – Amplificateur Raman discret**

Les caractéristiques génériques de cette catégorie d'amplificateur Raman sont analogues à celles de l'amplificateur optique discret, décrites dans la Rec. UIT-T G.661; elles ne seront donc pas réexaminées dans la présente Recommandation. Les points de référence  $A_i$  et  $A_o$  indiquent respectivement les points de référence d'entrée et de sortie de l'amplificateur Raman discret.

## 6 Caractéristiques génériques des dispositifs d'amplification Raman

Le présent paragraphe décrit les caractéristiques génériques des différents amplificateurs Raman répartis ainsi que des amplificateurs composites.

Le tableau indique les différents points de mesure auxquels les paramètres doivent être mesurés. NA indique que la mesure du paramètre n'est pas applicable dans la configuration de l'amplificateur. Le point de mesure de gain (GMP, *gain measurement point*) ainsi que les points de référence ( $FP_i$ ,  $FP_o$ ,  $RP_i$  et  $RP_o$ ) sont tous définis dans le § 5.3. Voir Tableaux 1 et 2.

**Tableau 1/G.665 – Caractéristiques génériques des amplificateurs Raman répartis**

	Pompage inverse		Pompage vers l'avant		Pompage bidirectionnel	
	Un seul canal	Multicanaux	Un seul canal	Multicanaux	Un seul canal	Multicanaux
Gain de la bande passante	GMP	NA	GMP	NA	GMP	NA
Attribution des canaux	NA	GMP	NA	GMP	NA	GMP
Différence maximale du gain entre canaux	NA	GMP	NA	GMP	NA	GMP
Pente moyenne du spectre de gain du canal	NA	GMP	NA	GMP	NA	GMP
Réponse en gain lors de l'adjonction/la suppression d'un canal (régime permanent)	NA	GMP	NA	GMP	NA	GMP
Gain d'activation/de désactivation Raman	GMP		GMP		GMP	
Facteur de bruit effectif	GMP		GMP		GMP	

**Tableau 1/G.665 – Caractéristiques génériques des amplificateurs Raman répartis**

	Pompage inverse		Pompage vers l'avant		Pompage bidirectionnel	
	Un seul canal	Multicanaux	Un seul canal	Multicanaux	Un seul canal	Multicanaux
Bruit d'intensité relative différentiel du signal optique	Entre le signal au point d'entrée de la fibre optique à pompage et le signal à $RP_o$		Entre le signal à $FP_i$ et le signal au point de sortie de la fibre optique à pompage		Entre les signaux à $FP_i$ et à $RP_o$	
Gamme des puissances d'entrée	NA		$FP_i$		$FP_i$	
Gamme des puissances d'entrée équivalente	$RP_i$		$FP_i$		$FP_i$	
Gamme des puissances de sortie	$RP_o$		NA		$RP_o$	
Facteur de réflexion à l'interface d'entrée du signal	$RP_i$		$FP_i$		$FP_i$	
Facteur de réflexion à l'interface de sortie du signal	$RP_o$		$FP_o$		$RP_o$	
Facteur de réflexion à l'interface de sortie de la pompe	$RP_i$		$FP_o$		$FP_o$ & $RP_i$	
Facteur de réflexion maximal admissible à l'interface d'entrée du signal	$RP_i$		$FP_i$		$FP_i$	
Facteur de réflexion maximal admissible à l'interface de sortie du signal	$RP_o$		$FP_o$		$RP_o$	
Facteur de réflexion maximal admissible à l'interface de sortie de la pompe	$RP_i$		$FP_o$		$FP_o$ & $RP_i$	
Puissance de pompage	$RP_i$		$FP_o$		$FP_o$ & $RP_i$	
Fuite de la pompe à l'entrée du signal (dans le sens amont)	NA		$FP_i$		$FP_i$	
Fuite de la pompe à la sortie du signal	$RP_o$		NA		$RP_o$	
Connexion optique applicable	$RP_i, RP_o$		$FP_i, FP_o$		$FP_i, FP_o, RP_i, RP_o$	
Bruit d'intensité relative du laser de pompage	$RP_i$		$FP_o$		$FP_o$ & $RP_i$	
Degré de polarisation optique du laser de pompage	$RP_i$		$FP_o$		$FP_o$ & $RP_i$	

**Tableau 2/G.665 – Caractéristiques génériques des amplificateurs Raman composites**

	Pompage inverse		Pompage bidirectionnel	
	Un seul canal	Multicanaux	Un seul canal	Multicanaux
Gain de la bande passante	GMP	NA	GMP	NA
Attribution des canaux	NA	GMP	NA	GMP
Différence maximale du gain entre canaux	NA	GMP	NA	GMP
Pente moyenne du spectre de gain du canal	NA	GMP	NA	GMP
Réponse en gain lors de l'adjonction/la suppression d'un canal (régime permanent)	NA	GMP	NA	GMP
Gain d'activation/de désactivation Raman lorsque l'amplificateur optique est opérationnel	GMP		GMP	

**Tableau 2/G.665 – Caractéristiques génériques des amplificateurs Raman composites**

	Pompage inverse		Pompage bidirectionnel	
	Un seul canal	Multicanaux	Un seul canal	Multicanaux
Facteur de bruit effectif	$RP_o$		$RP_o$	
Bruit d'intensité relative différentiel du signal optique	Entre le signal au point d'entrée de la fibre optique à pompage et le signal à $RP_o$		Entre les signaux à $FP_i$ et à $RP_o$ .	
Gamme des puissances d'entrée	NA		$FP_i$	
Gamme des puissances d'entrée équivalentes	$RP_i$		$FP_i$	
Gamme des puissances de sortie	$RP_o$		$RP_o$	
Facteur de réflexion à l'interface d'entrée du signal	$RP_i$		$FP_i$	
Facteur de réflexion à l'interface de sortie du signal	$RP_o$		$RP_o$	
Facteur de réflexion à l'interface de sortie de la pompe	$RP_i$		$RP_i$ & $FP_o$	
Facteur de réflexion maximal admissible à l'interface d'entrée du signal	$RP_i$		$FP_i$	
Facteur de réflexion maximal admissible à l'interface de sortie du signal	$RP_o$		$RP_o$	
Facteur de réflexion maximal admissible à l'interface de sortie de la pompe	$RP_i$		$RP_i$ & $FP_o$	
Puissance de pompage	$RP_i$		$RP_i$ & $FP_o$	
Fuite de la pompe à l'entrée du signal	NA		$FP_i$	
Fuite de la pompe à la sortie du signal	$RP_o$		$RP_o$	
Connexion optique applicable	$RP_i, RP_o$		$RP_i, RP_o, FP_i, FP_o$	
Bruit d'intensité relative du laser de pompage	$RP_i$		$RP_i$ & $FP_o$	
Degré de polarisation optique du laser de pompage	$RP_i$		$RP_i$ & $FP_o$	

## 7 Paramètres de performance et d'essai

On trouvera dans le présent paragraphe une liste minimale de paramètres de performance et d'essai applicables aux amplificateurs Raman et aux sous-systèmes à amplification Raman. Les valeurs spécifiques de ces paramètres doivent être déterminées à partir de leur utilisation dans les Recommandations pertinentes; elles ne seront pas spécifiées dans la présente Recommandation.

**Tableau 3/G.665 – Paramètres de performance et d'essai**

	<b>Paramètres</b>	<b>Unité</b>	<b>Méthode d'essai</b>
Paramètres fonctionnels	Attribution des canaux (Note 1)	nm	
	Bande de longueur d'onde de puissance (Note 2)	nm	
	Gain d'activation/de désactivation à Raman	dB	CEI 61290-1
	Variation du gain multicanal (platitude) (Note 1)	dB	CEI 61290-1
	Réponse en gain lors de l'adjonction/la suppression d'un canal (régime permanent) (Note 1)	dB	CEI 61290-1
	Réponse en gain transitoire lors de l'adjonction/la suppression d'un canal (Note 1)	dB	CEI 61290-1
	Facteur de bruit effectif	dB	CEI 61290-3
	Bruit d'intensité relative différentiel du signal optique (Note 3)	dB/Hz	CEI 61292-2
	Gamme des puissances d'entrée	dBm	CEI 61290-2
	Puissance de sortie totale maximale	dBm	CEI 61290-2
	Facteur de réflexion maximal admissible à l'interface d'entrée du signal	dB	CEI 61290-5
	Facteur de réflexion maximal admissible à l'interface de sortie du signal	dB	CEI 61290-5
	Facteur de réflexion à l'interface d'entrée du signal	dB	CEI 61290-5
	Facteur de réflexion à l'interface de sortie du signal	dB	CEI 61290-5
	Puissance de pompage	dBm	CEI 61290-2
	Fuite de la pompe à l'entrée ou à la sortie du signal	dBm	CEI 61290-6
	Bruit d'intensité relative du laser de pompage	dB/Hz	CEI 61292-2 ou CEI 61290-3
	Degré de polarisation optique du laser de pompage	%	CEI 61290-11
	Type de fibre		
	Connexion optique		
	Longueur de la fibre	km	
	Consommation d'énergie	W	
PMD (Note 3)	ps	CEI 61290-11	
PDG	dB	CEI 61290-1	

**Tableau 3/G.665 – Paramètres de performance et d'essai**

	<b>Paramètres</b>	<b>Unité</b>	<b>Méthode d'essai</b>	
Paramètres environnementaux	Température de fonctionnement	°	CEI 61290-8	
	Humidité relative maximale de fonctionnement	%	CEI 61290-8	
	Intensité maximale de vibration en fonctionnement	Gamme de fréquence	Hz	CEI 61290-8
		Amplitude	mm p-p	CEI 61290-8
	Température de stockage	°	CEI 61290-8	
	Humidité relative maximale de stockage	%	CEI 61290-8	
	Intensité maximale de choc lors du transport	Accélération	G	CEI 61290-8
		Durée	ms	CEI 61290-8
NOTE 1 – Pour les amplificateurs multicanaux uniquement.				
NOTE 2 – Pour les amplificateurs monocanaux uniquement.				
NOTE 3 – Même s'ils peuvent être déterminés pour les amplificateurs répartis, ces paramètres ne sont normalisés que pour les amplificateurs discrets.				

## 8 Sécurité optique

Dans le cas des amplificateurs Raman répartis, il est nécessaire de suivre les procédures de sécurité énoncées dans la Rec. UIT-T G.664 et dans les Normes CEI 61292-4, CEI 60825-1 et CEI 60825-2 en raison de la puissance optique élevée (potentiellement supérieure à +30 dBm) qui est injectée dans la fibre. En effet, outre les Normes CEI 60825-1 et CEI 60825-2 auxquelles il faudra se conformer, la Rec. UIT-T G.664 traite de l'application de la réduction automatique de puissance (APR, *automatic power reduction*) et des procédures de démarrage et de coupure, et la Norme CEI 61292-4 contient des indications sur d'autres problèmes, notamment sur les risques d'incendie et de dommages matériels.

## Appendice I

### Mesures du brouillage par trajets multiples (MPI, *multi-path interference*) pour les systèmes de transmission à ondes lumineuses

#### I.1 Mesure de l'extinction dans le domaine temporel [1]

Selon cette méthode, le signal à l'entrée de l'amplificateur Raman est déclenché périodiquement par effet stroboscopique au moyen d'un commutateur optico-acoustique. Le signal en sortie de l'amplificateur est ensuite échantillonné au moyen d'un second commutateur soit en phase pour mesurer le signal soit en déphasage pour mesurer la puissance diffusée de Rayleigh. Pour appliquer cette méthode, il est nécessaire de recourir à des commutateurs optico-acoustiques rapides à fort niveau d'extinction. Cette opération peut également être réalisée au moyen d'un analyseur de spectre optique (OSA) stroboscopique.

Se reporter également aux Normes CEI 61290-10-1 et CEI 61290-10-2.

## **I.2 Mesure électrique [2]**

Il est possible de déterminer l'ampleur du brouillage par trajets multiples que subit un système au moyen d'une photodiode et d'un analyseur de spectre électrique en mesurant le bruit produit lorsque le signal émet un bruit de battement avec une version retardée de lui-même. Toutefois, l'amplificateur Raman produira des émissions spontanées qui provoqueront d'autres bruits de battement au niveau du récepteur. Cette méthode de mesure vise à soustraire ces autres sources de bruit, ce qui permet de déterminer le brouillage par trajets multiples. Elle consiste en l'étalonnage par rapport à un stimulateur MPI et en la soustraction du bruit de battement causé par les émissions spontanées amplifiées (ASE).

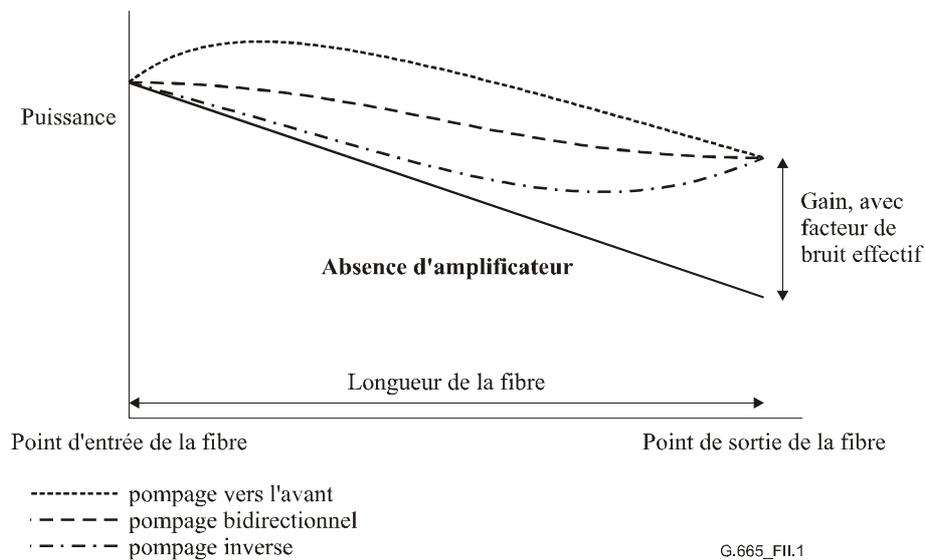
Se reporter également à la Norme CEI 61290-3-2.

## **Appendice II**

### **Modèles physiques et équivalents d'amplificateurs Raman répartis**

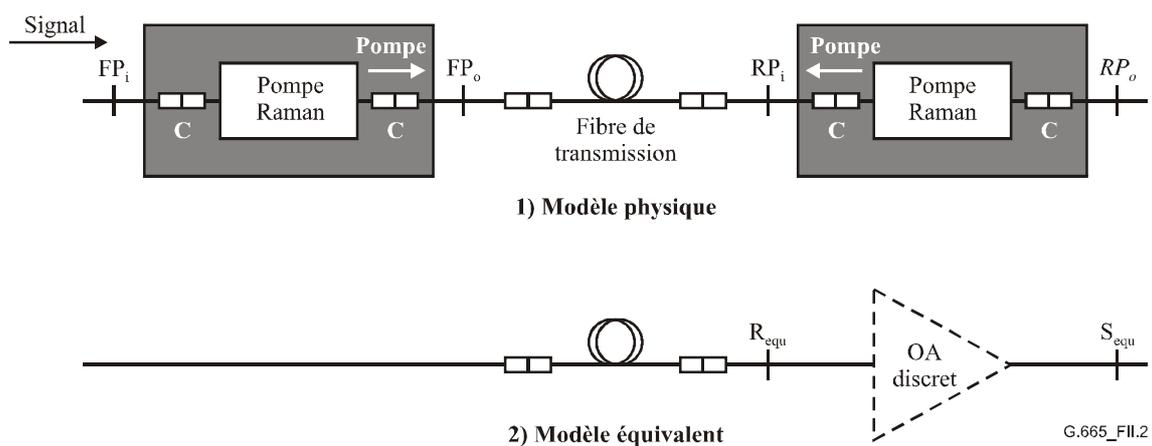
Dans les amplificateurs Raman répartis ou composites, on utilise une longueur étendue de la fibre de transmission optique pour produire l'amplification. Il est possible d'effectuer une analyse de la performance au moyen d'une simulation si l'on dispose d'un ensemble de paramètres liés à la fibre de transmission, tels que le spectre de gain SRS, les coefficients non linéaires ou le coefficient d'affaiblissement. Ces paramètres peuvent certes être déterminés sur un plan théorique, mais rarement dans les applications concrètes.

Afin de simplifier l'évaluation de la performance d'un système, l'amplification répartie peut être considérée comme étant équivalente à l'amplification discrète si les paramètres d'amplification sont mesurés à l'extrémité de la fibre de transmission. Cette configuration sera également utile lorsque l'on effectuera une comparaison entre les amplificateurs Raman et les liaisons EDFA traditionnelles.



**Figure II.1/G.665 – Distribution de puissance le long de la fibre de transmission avec trois types d'amplificateurs Raman répartis**

Comme le montre la Figure II.1, pour tous les types d'amplificateurs Raman répartis, la puissance du signal est augmentée au point de sortie de la fibre de transmission alors qu'elle est inchangée au point d'entrée. Du point de vue de la performance, on accordera davantage d'importance au niveau de puissance et de bruit du signal, émis au point de sortie de la fibre qu'aux distributions exactes des puissances le long de la fibre de transmission. Il convient par conséquent d'utiliser un modèle équivalent d'amplificateur discret au point de sortie de la fibre, comme le montre la Figure II.2. L'amplificateur virtuel produit le même gain équivalent et la même puissance de sortie ASE que l'amplificateur réparti. Etant donné que les émissions ASE produites à l'intérieur de la fibre de l'amplificateur réparti sont réduites en partie aussi par l'affaiblissement de cette fibre, la puissance de sortie ASE peut être plus faible que ce qui est physiquement réalisable à partir d'un tel amplificateur discret. Soit  $R_{equ}$  et  $S_{equ}$  les points de référence d'entrée et de sortie de l'amplificateur virtuel.



**Figure II.2/G.665 – Modèle physique et modèle équivalent des amplificateurs Raman répartis**

On peut définir les paramètres d'entrée équivalents au point de référence d'entrée équivalent lorsque le laser de pompage à l'intérieur de la fibre de transmission est désactivé. Dans ces conditions, il est possible de mesurer la puissance d'entrée équivalente ainsi que le rapport signal/bruit optique

(OSNR, *optical signal-to-noise ratio*) d'entrée. On peut mesurer les paramètres de sortie au point de référence de sortie équivalent lorsque la source de pompage est activée. Dans ces conditions, il est possible de mesurer la puissance de sortie ainsi que le rapport OSNR de sortie.

Conformément à la Norme CEI 61290, on peut déterminer le facteur de bruit effectif et le gain d'activation/de désactivation au moyen de la puissance d'entrée équivalente, du rapport OSNR d'entrée et de sortie et de la puissance de sortie. On pourra utiliser ce facteur de bruit effectif et ce gain d'activation/de désactivation ainsi obtenus pour procéder à une évaluation simplifiée du système.

## Appendice III

### Considérations relatives aux pertes dans les épissures et les connecteurs

Le présent appendice décrit les différences entre l'UIT-T et la CEI en ce qui concerne les conventions relatives aux interfaces pour les liaisons et les composants optiques. Le lecteur notera les conséquences qui en résultent en termes de prise en compte systématiquement différente des pertes dans les connecteurs et les raccords.

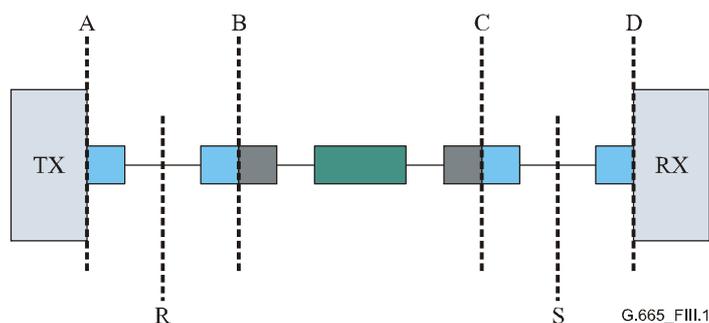


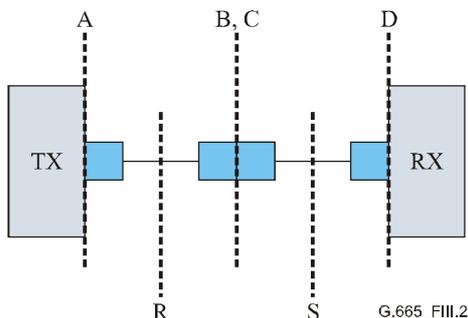
Figure III.1/G.665 – Exemple de liaison avec d'autres interfaces

En principe, les Recommandations relatives aux systèmes et aux applications sont élaborées par l'UIT-T alors que les procédures relatives aux essais et aux mesures ainsi que les spécifications relatives aux dispositifs sont élaborées par la CEI. Chaque organisation définit ses propres conventions pour la définition des interfaces et des points de référence; celles-ci forment un tout cohérent mais donnent des résultats légèrement différents.

L'UIT-T définit les interfaces présentées dans la Figure III.1 comme étant R et S. A gauche de l'interface R est situé l'émetteur/la source. Les points situés entre R et S constituent la liaison ou le tronçon. A droite du point S est situé le récepteur. L'emplacement réel du point de référence peut correspondre ou non à un point accessible physiquement. En effet, il s'agit souvent d'un point situé à l'intérieur de la fibre que l'on doit couper pour accéder à l'interface.

La CEI définit les interfaces comme étant toujours situées en des points physiques tels que les emplacements des connecteurs ou des épissures. Dans la Figure III.1, ces interfaces sont situées en A, B, C et D. Les pertes sont définies comme étant celles qui se produisent entre deux interfaces. La puissance est mesurée pour la liaison indiquée et par rapport à la liaison sans le tronçon représenté. Par exemple, pour mesurer la perte dans la paire de connecteurs et dans le dispositif (représenté par le rectangle gris) entre B et C, on devrait mesurer la puissance au niveau du récepteur lorsque le dispositif est inséré dans la liaison. Puis on mesurerait la puissance de référence au niveau du récepteur lorsque le connecteur est relié aux points B et C comme le montre la

Figure III.2. On obtiendrait ainsi la perte dans le dispositif et dans une paire de connecteurs. Les connecteurs ne sont donnés qu'à titre d'exemple; les interfaces pourraient n'être que des épissures. Les connecteurs (ou épissures optiques) sont toujours censés être du même type et produire la même perte lorsqu'ils sont reliés ou interchangés dans le cadre des normes de la CEI.



**Figure III.2/G.665 – Configuration de référence pour la mesure des pertes selon la CEI**

Selon l'UIT-T, la perte est spécifiée entre les points R et S, ce qui correspond à la perte dans le dispositif et dans les deux paires de connecteurs. L'interface de l'UIT-T n'est jamais définie comme étant située au milieu du connecteur. Par conséquent, les pertes dans le tronçon UIT-T différeront toujours des pertes selon la méthode de mesure de la CEI par la perte dans un raccord ou un connecteur, le cas échéant. Dans le contexte de l'UIT-T, les pertes dans le connecteur ou le raccord sont définies comme étant explicitement les pertes réelles dans les connecteurs situés entre les points d'interface. Les connecteurs ne sont pas interchangeables.

L'utilisateur tiendra compte de cette différence lorsqu'il comparera les spécifications des dispositifs et les rapports d'essai (publications de la CEI) avec les configurations de liaisons et de tronçons (Recommandations de l'UIT-T).

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] LEWIS (S.A.E.), CHERNIKOV (S.V.), TAYLOR (J.R.): *Characterization of Double Rayleigh Scatter Noise in Raman Amplifiers*, *IEEE Photon. Technol. Lett.*, Vol. 12, pp. 528-530, mai 2000.
- [2] CHRIS (R.S.) Fludger, MEARS (Robert J.): *Electrical Measurements of Multi-Path Interference in Distributed Raman Amplifiers*, *Journal of Lightwave Technology*, Vol. 19, No. 4, avril 2001.



## 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
<b>Série G</b>	<b>Systèmes et supports de transmission, systèmes et réseaux numériques</b>
Série H	Systèmes audiovisuels et multimédias
Série I	Réseau numérique à intégration de services
Série J	Réseaux câblés et transmission des signaux radiophoniques, télévisuels et autres signaux multimédias
Série K	Protection contre les perturbations
Série L	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 nouvelle génération
Série Z	Langages et aspects généraux logiciels des systèmes de télécommunication