



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

**UIT-T**

SECTEUR DE LA NORMALISATION  
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS  
DE L'UIT

**G.695**

(02/2004)

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

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

---

**Interfaces optiques pour les applications de  
multiplexage à répartition espacée en longueurs  
d'onde**

Recommandation UIT-T G.695

---

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
EQUIPEMENTS DE TEST	G.500–G.599
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.695

### Interfaces optiques pour les applications de multiplexage à répartition espacée en longueurs d'onde

#### Résumé

La présente Recommandation spécifie les valeurs des paramètres optiques pour interfaces de couche Physique dans les applications de multiplexage à répartition espacée en longueurs d'onde (CWDM, *coarse wavelength division multiplexing*) avec un nombre de canaux pouvant atteindre 16 et un débit pouvant aller jusqu'à 2,5 Gbit/s. Les applications sont définies au moyen de deux méthodes, l'une qui fait appel à des paramètres d'interface multicanal et l'autre qui utilise les paramètres d'interface monocanal. Des applications unidirectionnelles et bidirectionnelles sont spécifiées.

#### Source

La Recommandation G.695 de l'UIT-T a été approuvée le 22 février 2004 par la Commission d'études 15 (2001-2004) de l'UIT-T selon la procédure définie dans la Recommandation UIT-T A.8.

## AVANT-PROPOS

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

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

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

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

## NOTE

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

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

## DROITS DE PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

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

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

© UIT 2004

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

## TABLE DES MATIÈRES

		<b>Page</b>
1	Domaine d'application .....	1
2	Références.....	1
	2.1 Références normatives.....	1
	2.2 Références informatives .....	2
3	Termes et définitions .....	2
	3.1 Termes définis dans la présente Recommandation .....	2
	3.2 Termes définis dans d'autres Recommandations.....	2
4	Abréviations.....	3
5	Classement des interfaces optiques .....	4
	5.1 Applications.....	4
	5.2 Points de référence .....	4
	5.3 Nomenclature .....	7
	5.4 Interfaces multicanaux aux points de référence MPI-S <sub>M</sub> et MPI-R <sub>M</sub> .....	7
	5.5 Interfaces monocanaux aux points de référence S <sub>S</sub> et R <sub>R</sub> .....	9
6	Compatibilité transversale .....	10
7	Définitions des paramètres .....	10
	7.1 Informations générales .....	12
	7.2 Interface au point MPI-S <sub>M</sub> ou S <sub>S</sub> .....	13
	7.3 Trajet optique (un seul tronçon) du point MPI-S <sub>M</sub> au point MPI-R <sub>M</sub> ou du point S <sub>S</sub> au point R <sub>S</sub> .....	15
	7.4 Interface au point MPI-R <sub>M</sub> ou R <sub>S</sub> .....	17
	7.5 Autres paramètres concernant le trajet optique allant du point S <sub>S</sub> au point R <sub>S</sub> .....	18
8	Valeurs des paramètres .....	19
9	Considérations relatives à la sécurité optique.....	30
	Appendice I – Influence de la longueur d'onde sur l'affaiblissement et la dispersion chromatique .....	31
	I.1 Affaiblissement.....	31
	I.2 Dispersion chromatique.....	33
	Appendice II – Trajet optique du point RP <sub>S</sub> au point RP <sub>R</sub> .....	33
	Appendice III – Valeurs des paramètres pour les applications à 16 canaux.....	35



# Recommandation UIT-T G.695

## Interfaces optiques pour les applications de multiplexage à répartition espacée en longueurs d'onde

### 1 Domaine d'application

La présente Recommandation s'applique aux interfaces optiques des systèmes de lignes optiques à multiplexage par répartition espacée en longueurs d'onde (CWDM) utilisant des fibres monomodes. Elle définit et spécifie les valeurs des paramètres d'interface optique pour des applications des systèmes CWDM point à point. Leur principal objet est de rendre compatibles les interfaces provenant de divers fournisseurs (compatibilité transversale).

Les applications, aussi bien unidirectionnelles que directionnelles, sont définies au moyen de deux méthodes, l'une fait appel à des paramètres d'interface multicanal et l'autre à des paramètres d'interface monocanal.

La présente Recommandation décrit des systèmes de ligne optique présentant certaines caractéristiques suivantes:

- Nombre maximal de canaux: 16;
- Débit maximal sur un canal: 2,5 Gbit/s avec NRZ.

La grille de longueur d'ondes CWDM est définie dans la Rec. UIT-T G.694.2.

Les spécifications sont établies en fonction des codes d'application.

Par la suite, on pourra inclure des applications offrant une compatibilité transversale totale au point d'interface mono et multicanal.

### 2 Références

#### 2.1 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.652 (2003), *Caractéristiques des câbles et fibres optiques monomodes.*
- Recommandation UIT-T G.653 (2003), *Caractéristiques des fibres et câbles optiques monomodes à dispersion décalée.*
- Recommandation UIT-T G.655 (2003), *Caractéristiques des fibres et câbles optiques monomodes à dispersion décalée non nulle.*
- Recommandation UIT-T G.664 (2003), *Procédures et prescriptions de sécurité optique applicables aux systèmes de transport optiques.*
- Recommandation UIT-T G.671 (2002), *Caractéristiques de transmission des composants et sous-systèmes optiques.*

- Recommandation UIT-T G.691 (2003), *Interfaces optiques pour les systèmes STM-64 et autres systèmes SDH monocanaux à amplificateurs optiques.*
- Recommandation UIT-T G.692 (1998), *Interfaces optiques pour systèmes multicanaux avec amplificateurs optiques.*
- Recommandation UIT-T G.694.2 (2003), *Grilles spectrales pour les applications de multiplexage par répartition en longueurs d'onde: grille espacée CWDM.*
- Recommandation UIT-T G.709/Y.1331(2003), *Interfaces pour le réseau de transport optique.*
- Recommandation UIT-T G.957 (1999), *Interfaces optiques pour les équipements et les systèmes relatifs à la hiérarchie numérique synchrone.*
- Recommandation UIT-T G.959.1 (2003), *Interfaces de couche Physique du réseau optique de transport.*
- CEI 60825-1:2001, *Sécurité des appareils à laser – Partie 1: classification des matériels, prescriptions et guide de l'utilisateur.*
- CEI 60825-2:2000, *Sécurité des appareils à laser – Partie 2: sécurité des systèmes de télécommunication par fibres optiques.*

## **2.2 Références informatives**

- Recommandations UIT-T de la série G – Supplément 39 (2003), *Considérations relatives à la conception et à l'ingénierie des systèmes optiques.*

## **3 Termes et définitions**

### **3.1 Termes définis dans la présente Recommandation**

Sans objet.

### **3.2 Termes définis dans d'autres Recommandations**

La présente Recommandation utilise les termes suivants définis dans la Rec. UIT-T G.671:

- multiplexage à répartition espacée en longueurs d'onde (CWDM);
- multiplexeur/démultiplexeur optique en longueur d'onde;
- affaiblissement d'insertion dans un canal;
- espacement des canaux;
- temps différentiel de propagation de groupe;
- réflectance.

La présente Recommandation utilise le terme suivant défini dans la Rec. UIT-T G.692:

- diaphonie optique.

La présente Recommandation utilise le terme suivant défini dans la Rec. UIT-T G.694.2:

- grille de longueurs d'ondes.

La présente Recommandation utilise le terme suivant défini dans la Rec. UIT-T G.709/Y.1331:

- unité de transport de canal optique (OTUk) entièrement normalisée.

La présente Recommandation utilise les termes suivants définis dans la Rec. UIT-T G.872:

- interface interdomaniale (IrDI);
- régénération 3R.

La présente Recommandation utilise les termes suivants définis dans la Rec. UIT-T G.957:

- ingénierie collaborative;
- sensibilité du récepteur;
- compatibilité transversale.

La présente Recommandation utilise les termes définis dans la Rec. UIT-T G.959.1:

- sensibilité minimale équivalente;
- signal optique affluent de classe NRZ 1,25 Gbit/s;
- signal optique affluent de classe NRZ 2,5 Gbit/s.

#### 4 Abréviations

La présente Recommandation utilise les abréviations suivantes:

3R	(régénération) réamplification, reprofilage et resynchronisation (( <i>regeneration</i> ) <i>re-amplification, reshaping and retiming</i> )
BER	taux d'erreur binaire ( <i>bit error ratio</i> )
DGD	temps de propagation de groupe différentiel ( <i>differential group delay</i> )
EX	taux d'extinction ( <i>extinction ratio</i> )
ffs	à étudier ( <i>for further study</i> )
IrDI	interface interdomaniale ( <i>inter-domain interface</i> )
MPI	interface principale sur le trajet ( <i>main path interface</i> )
MPI-R <sub>M</sub>	interface principale sur le trajet – point de référence réception multicanal à l'entrée composite de l'élément de réseau CWDM ( <i>multichannel MPI reference point at the CWDM network element aggregate input</i> )
MPI-S <sub>M</sub>	interface principale sur le trajet – point de référence réception multicanal à la sortie composite de l'élément de réseau CWDM ( <i>multichannel MPI reference point at the CWDM network element aggregate output</i> )
NA	non applicable
NE	élément de réseau ( <i>network element</i> )
NRZ	non-retour à zéro ( <i>non-return to zero</i> )
OA	amplificateur optique ( <i>optical amplifier</i> )
OD	démultiplexeur optique ( <i>optical demultiplexer</i> )
OM	multiplexeur optique ( <i>optical multiplexer</i> )
ONE	élément de réseau optique ( <i>optical network element</i> )
OTU <sub>k</sub>	unité-k de transport sur canal optique entièrement normalisée ( <i>completely standardized optical channel transport unit – k</i> )
PMD	dispersion modale de polarisation ( <i>polarization mode dispersion</i> )
RP <sub>R</sub>	point de référence de liaison à l'entrée composite de l'élément de réseau CWDM ( <i>link reference point at the CWDM network element aggregate input</i> )
RP <sub>S</sub>	point de référence de liaison à la sortie composite de l'élément de réseau CWDM ( <i>link reference point at the CWDM network element aggregate output</i> )

$R_S$	point de référence monocanal à la sortie affluent de l'élément de réseau CWDM ( <i>single-channel reference point at the CWDM network element tributary output</i> )
$S_S$	point de référence monocanal à l'entrée affluent de l'élément de réseau CWDM ( <i>single-channel reference point at the CWDM network element tributary input</i> )
WDM	multiplexage par répartition en longueurs d'onde ( <i>wavelength division multiplexing</i> )

## 5 Classement des interfaces optiques

### 5.1 Applications

La présente Recommandation définit les paramètres de couche Physique et spécifie leurs valeurs pour les interfaces CWDM mono et multicanaux pour les applications physiques point à point. Les systèmes CWDM permettent des applications intéressantes du point de vue des coûts grâce à l'utilisation de lasers monomodes sans refroidissement, de tolérances moins strictes sur le choix de longueurs d'ondes laser et de filtres passe-bande à large bande. Les systèmes CWDM peuvent être utilisés dans les réseaux de transport pour une grande diversité de clients, de services et de protocoles.

La méthode de spécification utilisée dans la présente Recommandation fait appel à deux approches: la première est une approche dite "boîte noire" dans laquelle on ne cherche pas à restreindre ou à spécifier les éléments internes de la boîte noire ou les connexions entre ces éléments. Il s'agit cependant de spécifications fonctionnelles concernant la boîte noire, la plus importante étant la présence d'une régénération 3R. Cette approche permet d'assurer une compatibilité transversale aux points multicanaux.

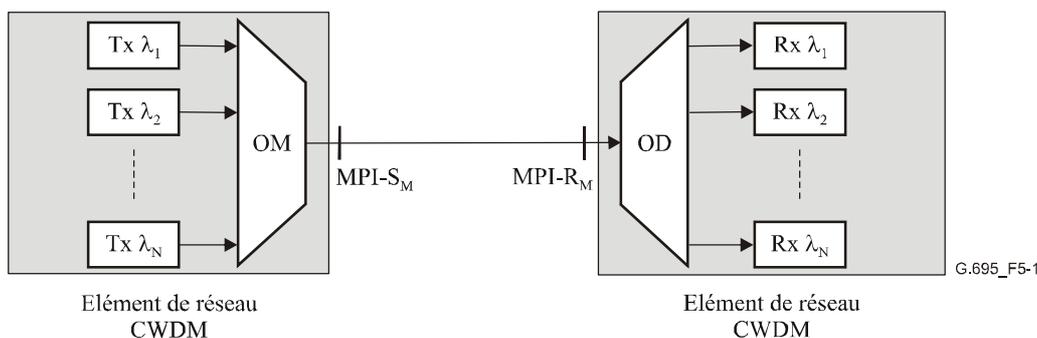
La deuxième est une approche dite "liaison noire" dans laquelle on ne spécifie que les paramètres d'interface optiques pour les signaux affluents optiques (monocanal). Des descriptions supplémentaires à caractère informatif sont données concernant les paramètres de liaison à fibre de la partie multicanal tels l'affaiblissement maximal, la dispersion chromatique et la dispersion de mode de polarisation. Cette approche permet d'assurer une compatibilité transversale au niveau du point monocanal en utilisant une configuration de multiplexage direct en longueur d'onde. En revanche, elle ne permet pas d'assurer une compatibilité transversale au niveau des points multicanaux. Dans cette approche, les multiplexeurs et démultiplexeurs optiques sont traités comme un seul ensemble de dispositifs optiques.

Dans la présente Recommandation, on ne prend en considération que les interfaces multicanaux non amplifiées, mais on pourra ultérieurement prendre en considération les interfaces amplifiées.

### 5.2 Points de référence

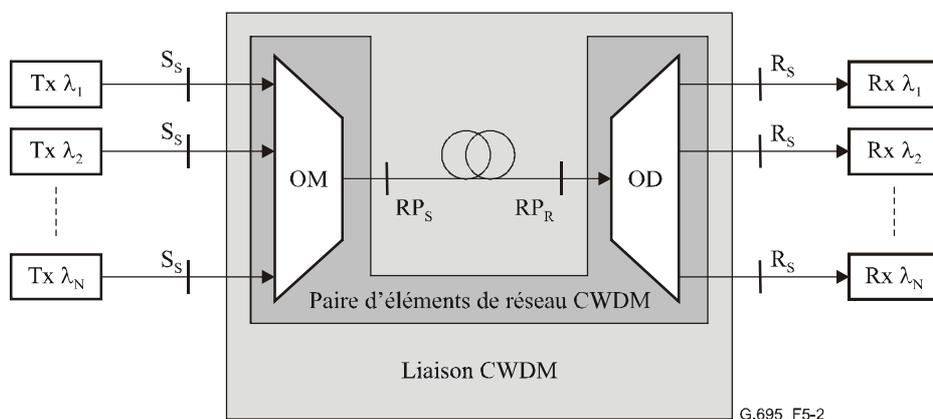
#### 5.2.1 Applications unidirectionnelles

La Figure 5-1 représente un ensemble de points de référence pour des connexions multicanaux seulement ( $MPI-S_M$  et  $MPI-R_M$ ) dans le cas de l'approche "boîte noire". Ici, l'élément de réseau CWDM inclut un multiplexeur optique et des émetteurs ou un démultiplexeur optique et des récepteurs.



**Figure 5-1/G.695 – Approche "boîte noire"**

La Figure 5-2 représente un ensemble de points de référence pour l'approche "liaison noire" dans le cas d'une connexion monocanal (S<sub>S</sub> et R<sub>S</sub>) entre émetteurs (Tx, *transmitter*) et récepteurs (Rx, *receiver*). Ici, l'élément de réseau CWDM comporte un multiplexeur (OM) et un démultiplexeur (OD) qui sont utilisés en paire avec l'élément opposé.



**Figure 5-2/G.695 – Approche "liaison noire"**

Ces modèles de référence n'incluent pas d'amplificateurs optiques dans le système CWDM. On pourra toutefois inclure ultérieurement des applications comportant des amplificateurs optiques.

Les points de référence dans les Figures 5-1 et 5-2 sont définis comme suit:

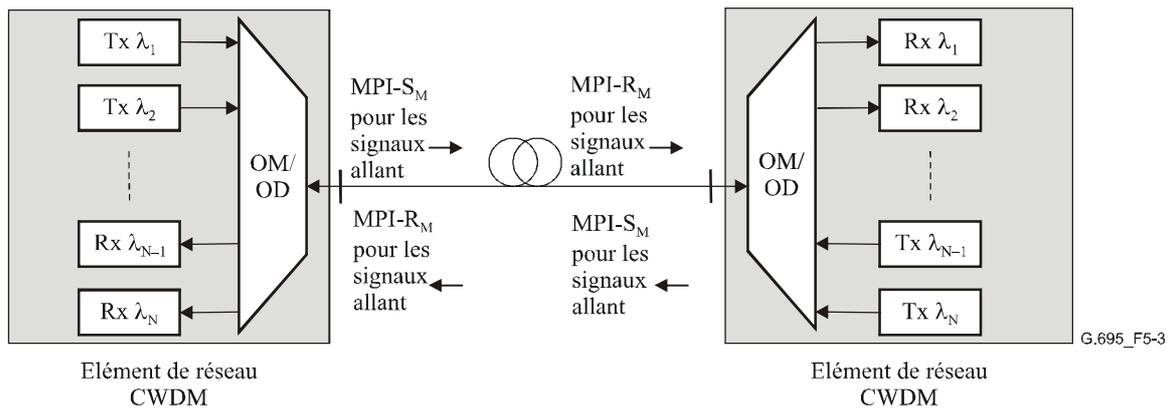
- S<sub>S</sub> est un point de référence monocanal à l'entrée affluent de l'élément de réseau CWDM;
- R<sub>S</sub> est un point de référence monocanal à la sortie affluent de l'élément de réseau CWDM;
- MPI-S<sub>M</sub> est un point de référence multicanal à la sortie composite de l'élément de réseau CWDM;
- MPI-R<sub>M</sub> est un point de référence multicanal à l'entrée composite de l'élément de réseau CWDM;
- RP<sub>S</sub> est un point de référence de liaison à la sortie composite de l'élément de réseau CWDM;
- RP<sub>R</sub> est un point de référence de liaison à l'entrée composite de l'élément de réseau CWDM.

Ici, les points de référence monocanaux S<sub>S</sub> et R<sub>S</sub> concernent l'approche "liaison noire", les points de référence multicanaux MPI-S<sub>M</sub> et MPI-R<sub>M</sub> l'approche "boîte noire" et les points de référence de liaison RP<sub>S</sub> et RP<sub>R</sub> uniquement l'approche "liaison noire".

A noter que les points MPI-S<sub>M</sub> et MPI-R<sub>M</sub> sont définis en vue de la normalisation des interfaces optiques. Par ailleurs, les points RP<sub>S</sub> et RP<sub>R</sub> sont définis uniquement pour fournir des informations pour les liaisons optiques et non pas pour spécifier les caractéristiques des signaux au niveau de ces points.

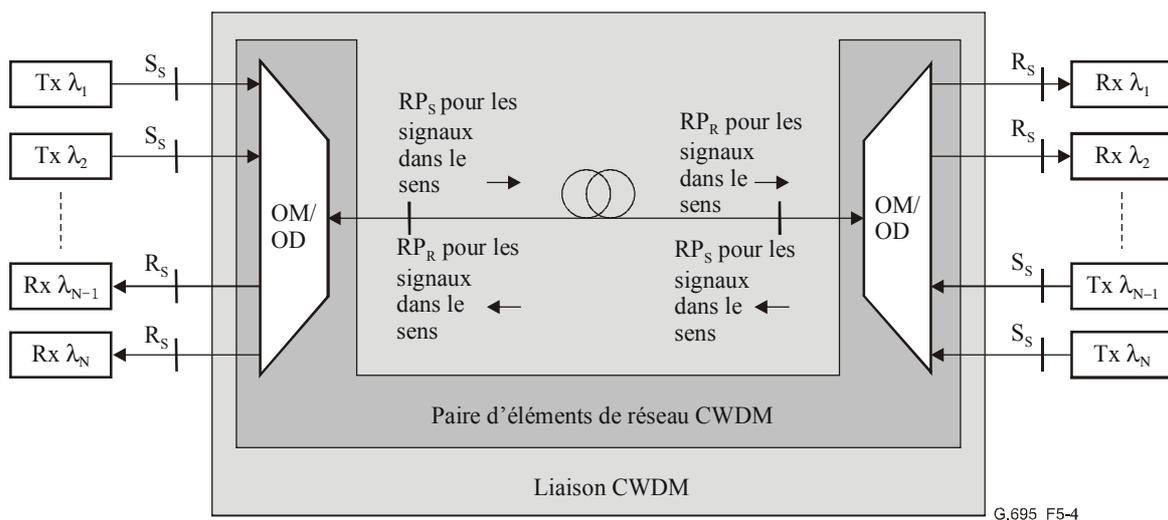
### 5.2.2 Applications bidirectionnelles

La Figure 5-3 représente un ensemble de points de référence pour des connexions multicanaux (MPI-S<sub>M</sub> et MPI-R<sub>M</sub>) seulement, à utiliser pour l'approche "boîte noire" pour les applications bidirectionnelles monofibres. Dans le cas présent, les éléments de réseau CWDM incluent un multiplexeur et un démultiplexeur optiques, des émetteurs et des récepteurs.



**Figure 5-3/G.695 – Approche "boîte noire" pour les applications bidirectionnelles**

La Figure 5-4 représente un ensemble de points de référence pour l'approche "liaison noire" monofibre bidirectionnelle, correspondant à une connexion monofibre (S<sub>S</sub> et R<sub>S</sub>) entre émetteurs (Tx) et récepteurs (Rx). Dans le cas présent, l'élément de réseau CWDM inclut un multiplexeur et un démultiplexeur, utilisés en paire avec l'élément opposé.



**Figure 5-4/G.695 – Approche "liaison noire" pour les applications bidirectionnelles**

Les points de référence dans les Figures 5-3 et 5-4 sont définis au § 5.2.1.

### 5.3 Nomenclature

Le code d'application identifie le réseau, l'implémentation et les caractéristiques architecturales d'une application.

Le format du code d'application est le suivant:

$$CnWx-ytz$$

où

**C** est l'indicateur des applications CWDM.

**n** est le nombre maximal de canaux pris en charge par le code d'application.

**W** est une lettre indiquant la catégorie de distance:

- **S** courte distance;
- **L** longue distance.

**x** est le nombre maximal de tronçons autorisé par le code d'application.

**y** indique la classe la plus élevée du signal affluent optique pris en charge:

- **0** indique NRZ 1,25 Gbit/s;
- **1** indique NRZ 2,5 Gbit/s.

**t** est une lettre indiquant la configuration prise en charge par le code d'application, à savoir:

- **A** indique la présence d'un amplificateur optique utilisé comme amplificateur de puissance et d'un deuxième amplificateur optique utilisé comme préamplificateur;
- **B** indique uniquement la présence d'un amplificateur de puissance;
- **C** indique uniquement la présence d'un préamplificateur;
- **D** indique l'absence d'amplification.

**z** désigne le type de fibres, à savoir:

- **2** indique une fibre G.652;
- **3** indique une fibre G.653;
- **5** indique une fibre G.655.

Un système bidirectionnel est indiqué par l'ajout de la lettre **B** devant les codes d'application. Pour les codes d'application CWDM, le format est donc:

$$B-CnWx-ytz$$

Un système utilisant l'approche "liaison noire" est indiqué par l'ajout de la lettre **S** devant les codes d'application. Pour les codes d'application CWDM, le format est donc:

$$S-CnWx-ytz$$

### 5.4 Interfaces multicanaux aux points de référence MPI-S<sub>M</sub> et MPI-R<sub>M</sub>

Les interfaces multicanaux décrites aux § 5.4.1 et 5.4.2 doivent permettre d'obtenir une compatibilité transversale. Ces interfaces peuvent opérer sur des fibres de type G.652, G.653 ou G.655 susceptibles de transporter simultanément 16 canaux au maximum et utilisant des signaux affluents optiques NRZ 1,25 Gbit/s ou NRZ 2,5 Gbit/s en fonction du code d'application.

On trouvera au § 6 d'autres prescriptions relatives à la compatibilité transversale.

Les Tableaux 5-1 à 5-4 contiennent un récapitulatif des codes d'application multicanaux, qui sont structurés selon la nomenclature donnée au § 5.3.

**Tableau 5-1/G.695 – Classement des interfaces multicanaux à 4 canaux**

Application	Courte distance (S, <i>short-haul</i> )	Longue distance (L, <i>long haul</i> )	
		G.652	G.653
Type de fibre	G.652	G.652	G.653
Classe de signal affluent optique NRZ 1,25 Gbit/s	–	B-C4L1-0D2	B-C4L1-0D3
Distance cible pour la classe NRZ 1,25 Gbit/s (km) (Note)	–	90	90
Classe de signal affluent optique NRZ 2,5 Gbit/s	–	B-C4L1-1D2	B-C4L1-1D3
Distance cible pour la classe NRZ 2,5 Gbit/s (km) (Note)	–	80	83
NOTE – Ces distances cibles sont destinées au classement et non à la spécification.			

**Tableau 5-2/G.695 – Classement des interfaces multicanaux à 8 canaux**

Application	Courte distance (S)	Longue distance (L)	
		G.652	G.653
Type de fibre	G.652	G.652	G.653
Classe de signal affluent optique NRZ 1,25 Gbit/s	–	B-C8L1-0D2	B-C8L1-0D3
Distance cible pour la classe NRZ 1,25 Gbit/s (km) (Note)	–	64	64
Classe de signal affluent optique NRZ 2,5 Gbit/s	C8S1-1D2 B-C8S1-1D2	C8L1-1D2 B-C8L1-1D2	B-C8L1-1D3
Distance cible pour la classe NRZ 2,5 Gbit/s (km) (Note)	27	55	58
NOTE – Ces distances cibles sont destinées au classement et non à la spécification.			

**Tableau 5-3/G.695 – Classement des interfaces multicanaux à 12 canaux**

Application	Courte distance (S)	Longue distance (L)	
		G.652	G.653
Type de fibre	G.652	G.652	G.653
Classe de signal affluent optique NRZ 1,25 Gbit/s	–	B-C12L1-0D2	–
Distance cible pour la classe NRZ 1,25 Gbit/s (km) (Note)	–	42	–
Classe de signal affluent optique NRZ 2,5 Gbit/s	–	B-C12L1-1D2	–
Distance cible pour la classe NRZ 2,5 Gbit/s (km) (Note)	–	38	–
NOTE – Ces distances cibles sont destinées au classement et non à la spécification.			

**Tableau 5-4/G.695 – Classement des interfaces multicanaux à 16 canaux**

Application	Courte distance (S)	Longue distance (L)	
		G.652	G.653
Type de fibre	G.652	G.652	G.653
Classe de signal affluent optique NRZ 1,25 Gbit/s	–	–	–
Distance cible pour la classe NRZ 1,25 Gbit/s (km) (Note)	–	–	–
Classe de signal affluent optique NRZ 2,5 Gbit/s	C16S1-1D2 B-C16S1-1D2	C16L1-1D2 B-C16L1-1D2	–
Distance cible pour la classe NRZ 2,5 Gbit/s (km) (Note)	20	42	–
NOTE – Ces distances cibles sont destinées au classement et non à la spécification.			

#### 5.4.1 Interfaces multicanaux non amplifiées

Les interfaces multicanaux non amplifiées dans la présente Recommandation sont spécifiées dans les Tableaux 8-1 à 8-8.

#### 5.4.2 Interfaces multicanaux amplifiées

Il sera peut-être nécessaire à l'avenir de disposer d'interfaces multicanaux amplifiées.

#### 5.5 Interfaces monocanaux aux points de référence S<sub>S</sub> et R<sub>R</sub>

Les interfaces monocanaux décrites au § 5.5.1 doivent permettre d'obtenir une compatibilité transversale au niveau des interfaces monocanaux aux extrémités de la liaison CWDM (OM, fibre et OD) représentées aux Figures 5-2 et 5-4.

On trouvera au § 6 d'autres prescriptions relatives à la compatibilité transversale.

Le Tableau 5-5 contient un récapitulatif des codes d'application monocanaux, qui sont organisés conformément à la nomenclature du § 5.3. Les distances prévisibles correspondant à diverses valeurs d'affaiblissement d'insertion des dispositifs OM/OD sont données dans l'Appendice II.

**Tableau 5-5/G.695 – Classement des systèmes multicanaux avec interfaces monocanaux**

Application	Courte distance (S)	Longue distance (L)
Type de fibre	G.652, G.653, G.655	G.652, G.653, G.655
Classe de signal affluent optique NRZ 2,5 Gbit/s	S-C8S1-1D2, S-C8S1-1D3, S-C8S1-1D5	S-C8L1-1D2, S-C8L1-1D3, S-C8L1-1D5

#### 5.5.1 Systèmes multicanaux non amplifiés avec interfaces monocanaux

Les systèmes multicanaux non amplifiés avec interfaces monocanaux mentionnés dans la présente Recommandation sont spécifiés dans le Tableau 8-9.

#### 5.5.2 Systèmes multicanaux amplifiés avec interfaces monocanaux

Il sera peut-être nécessaire à l'avenir de disposer de systèmes multicanaux amplifiés avec interfaces monocanaux.

## 6 Compatibilité transversale

La présente Recommandation spécifie des paramètres visant à permettre une compatibilité transversale (c'est-à-dire entre équipements provenant de plusieurs fournisseurs) aux points de référence multicanaux MPI-S<sub>M</sub> et MPI-R<sub>M</sub> des éléments de réseau CWDM dans le cas de l'approche "boîte noire" et aux points de référence monocanaux S<sub>S</sub> et R<sub>S</sub> des éléments de réseau CWDM dans le cas de l'approche "liaison noire".

Les points de référence multicanaux MPI-S<sub>M</sub> et MPI-R<sub>M</sub> doivent permettre d'interconnecter deux interfaces composites d'éléments de réseau CWDM pouvant provenir de différents fournisseurs.

Les points de référence monocanaux S<sub>S</sub> et R<sub>S</sub> sont destinés à rendre transversalement compatibles plusieurs interfaces d'affluents d'éléments de réseau CWDM. Dans ce cas, plusieurs émetteurs (Tx  $\lambda_i$ ) et récepteurs (Rx  $\lambda_i$ ) de signaux affluents peuvent provenir de différents fournisseurs. A noter que les éléments de réseau CWDM (OM et OD) dans le cas de l'approche "liaison noire" proviennent d'un même fournisseur et sont considérés comme un même et unique ensemble de dispositifs optiques.

La compatibilité transversale (multifournisseur) est possible pour:

- tous les points de référence multicanaux MPI-S<sub>M</sub> et MPI-R<sub>M</sub> des éléments de réseaux CWDM dans l'approche "boîte noire" ayant exactement le même code d'application;

L'interconnexion d'interfaces composites ayant des codes d'application différents est une affaire de collaboration technique. On doit prendre tout particulièrement soin des paramètres critiques qui doivent concorder, par exemple: la puissance de sortie au point MPI-S<sub>M</sub>, la puissance d'entrée au point MPI-R<sub>M</sub>, etc.;

- tous les points de référence monocanaux S<sub>S</sub> et R<sub>S</sub> des éléments de réseaux CWDM de l'approche "liaison noire" ayant exactement le même code d'application;

La coexistence d'interfaces d'affluents avec différents codes d'application est une affaire de collaboration technique. Il faut faire en sorte que les paramètres essentiels soient adaptés entre eux, par exemple la puissance de sortie au point S<sub>S</sub> et la puissance d'entrée au point R<sub>S</sub>, le débit binaire/codage en ligne au point S<sub>S</sub> et le débit binaire et le codage en ligne au point R<sub>S</sub>, etc.

## 7 Définitions des paramètres

Les paramètres figurant dans les Tableaux 7-1 et 7-2 sont spécifiés aux points d'interface et leurs définitions sont données dans les paragraphes ci-dessous.

**Tableau 7-1/G.695 – Paramètres de couche Physique et leurs valeurs pour les applications CWDM dans le cas de l'approche "boîte noire"**

Paramètre	Unités	Défini dans
<b>Information générale</b>		
Nombre maximal de canaux	–	7.1.1
Débit binaire/codage de ligne des signaux affluents optiques	–	7.1.2
Taux d'erreur binaire maximal	–	7.1.3
Type de fibre	–	7.1.4
<b>Interface au point MPI-S<sub>M</sub></b>		
Puissance maximale moyenne de sortie sur un canal	dBm	7.2.1
Puissance minimale moyenne de sortie sur un canal	dBm	7.2.1
Puissance maximale moyenne totale de sortie	dBm	7.2.2
Longueur d'onde centrale	nm	7.2.3
Espacement entre canaux	nm	7.2.4
Ecart maximal par rapport à la longueur d'onde centrale	nm	7.2.5
Taux d'extinction maximal sur un canal	dB	7.2.6
Diagramme en œil	–	7.2.7
<b>Trajet optique du point MPI-S<sub>M</sub> au point MPI-R<sub>M</sub></b>		
Affaiblissement maximal	dB	7.3.1
Affaiblissement minimal	dB	7.3.2
Dispersion chromatique maximale	ps/nm	7.3.3
Affaiblissement minimal d'adaptation optique au point MPI-S <sub>M</sub>	dB	7.3.4
Réflectance maximale discrète entre les points MPI-S <sub>M</sub> et MPI-R <sub>M</sub>	dB	7.3.5
Temps de propagation de groupe différentiel maximal	ps	7.3.6
<b>Interface au point MPI-R<sub>M</sub></b>		
Puissance maximale moyenne d'entrée pour un canal	dBm	7.4.1
Puissance minimale moyenne d'entrée pour un canal	dBm	7.4.2
Puissance maximale moyenne totale d'entrée	dBm	7.4.3
Pénalité maximale sur le trajet optique	dB	7.4.4
Sensibilité minimale équivalente	dBm	7.4.7
Réflectance maximale de l'élément de réseau optique	dB	7.4.5

**Tableau 7-2/G.695 – Paramètres de couches Physiques et leurs valeurs pour les applications CWDM dans le cas de l'approche "liaison noire"**

Paramètre	Unités	Défini en
<b>Information générale</b>		
Nombre maximal de canaux	–	7.1.1
Débit binaire/codage de ligne des signaux affluents optiques	–	7.1.2
Taux d'erreur binaire maximal	–	7.1.3
Type de fibre	–	7.1.4
<b>Interface au point S<sub>s</sub></b>		
Puissance maximale moyenne de sortie sur un canal	dBm	7.2.1
Puissance minimale moyenne de sortie sur un canal	dBm	7.2.1
Longueur d'onde centrale	nm	7.2.3
Espacement entre canaux	nm	7.2.4
Ecart maximal par rapport à la longueur d'onde centrale	nm	7.2.5
Taux d'extinction maximal sur un canal	dB	7.2.6
Diagramme en œil	–	7.2.7
<b>Trajet optique du point S<sub>s</sub> au point R<sub>s</sub></b>		
Affaiblissement maximal d'insertion sur un canal	dB	7.5.1
Affaiblissement minimal d'insertion sur un canal	dB	7.5.1
Dispersion chromatique maximale	ps/nm	7.3.3
Affaiblissement minimal d'adaptation optique au point S <sub>s</sub>	dB	7.3.4
Réflectance discrète maximale entre les points S <sub>s</sub> et R <sub>s</sub>	dB	7.3.5
Temps maximal de propagation de groupe différentiel	ps	7.3.6
Diaphonie optique maximale au point R <sub>s</sub>	dB	7.5.2
<b>Interface au point R<sub>s</sub></b>		
Puissance moyenne maximale d'entrée sur un canal	dBm	7.4.1
Sensibilité du récepteur	dBm	7.4.6
Pénalité maximale sur le trajet optique	dB	7.4.4
Réflectance maximale du récepteur	dB	7.4.5

## 7.1 Informations générales

### 7.1.1 Nombre maximal de canaux

Il s'agit du nombre maximal de canaux optiques qui peuvent être simultanément présents au niveau d'une interface.

Pour les applications bidirectionnelles, le nombre maximal de canaux est exprimé sous la forme de  $n/2 + n/2$  où  $n$  est le nombre maximal de canaux pris en charge par le code d'application et  $n/2$  est le nombre de canaux pour chaque sens.

### 7.1.2 Débit binaire/codage de ligne pour les signaux optiques affluents

La classe NRZ 1,25 Gbit/s des signaux optiques affluents s'applique aux signaux numériques continus avec codage de ligne sans retour à zéro dont le débit binaire nominal est compris entre 622 Mbit/s et 1,25 Gbit/s. La classe des signaux affluents optiques NRZ 2,5 Gbit/s s'applique aux

signaux numériques continus avec codage de ligne avec non retour à zéro dont le débit binaire nominal est compris entre 622 Mbit/s et 2,67 Gbit/s.

### 7.1.3 Taux d'erreur binaire maximal

Les paramètres sont spécifiés dans le cadre d'un objectif de conception d'un tronçon numérique présentant un taux d'erreur binaire (BER, *bit error ratio*) au moins aussi faible que la valeur spécifiée par le code d'application. Cette valeur s'applique à chaque canal numérique dans le cas extrême de conditions d'affaiblissement et de dispersion sur le trajet optique dans chaque application. L'effet éventuel sur la définition de ce paramètre dû à la présence d'un code de correction d'erreur directe (dans une unité OTUk par exemple) n'a pas été pris en considération dans la version actuelle de la présente Recommandation.

### 7.1.4 Type de fibre

Des types de fibres optiques monomodes sont choisis parmi ceux définis dans les Recommandations UIT-T G.652, G.653 et G.655.

## 7.2 Interface au point MPI-S<sub>M</sub> ou S<sub>S</sub>

### 7.2.1 Puissance moyenne maximale et minimale sur un canal

La puissance injectée moyenne de chaque canal optique au point de référence MPI-S<sub>M</sub> ou S<sub>S</sub> est la puissance moyenne d'une séquence de données pseudo-aléatoires injectée dans la fibre ou dans la liaison CWDM. Elle est donnée sous forme d'intervalle (maximal et minimal) pour permettre une certaine optimisation des coûts et tenir compte des tolérances de fonctionnement dans les conditions opérationnelles standard, des dégradations dues aux connecteurs, des tolérances de mesure et des effets du vieillissement.

### 7.2.2 Puissance maximale moyenne totale de sortie

C'est la valeur maximale de la puissance optique moyenne injectée au point MPI-S<sub>M</sub>.

NOTE – Les aspects sécurité optique ont été pris en considération lors de la détermination des valeurs données dans la présente Recommandation, étant donné qu'il est souhaitable d'éviter, pour des raisons de coût, d'avoir recours à des procédures de réduction automatique de la puissance (APR, *automatic power reduction*), de coupure automatique de la puissance (APSD, *automatic power shutdown*) ou de coupure automatique du laser (ALS, *automatic laser shutdown*).

### 7.2.3 Longueur d'onde centrale

Ce sont les longueurs d'ondes nominales sur un canal sur lesquelles les informations numériques codées des canaux optiques sont modulées par le code de ligne NRZ tel que défini dans les Recommandations UIT-T G.957 et G.691.

Les longueurs d'ondes centrales sont fondées sur la grille de longueurs d'ondes donnée dans la Rec. UIT-T G.694.2. Les longueurs d'ondes centrales admises pour l'élément de réseau CWDM multicanal sont spécifiées dans les Tableaux 8-1 à 8-9.

A noter que la valeur de "c" (vitesse de la lumière dans le vide) à utiliser pour la conversion entre fréquence et longueur d'onde est  $2,99792458 \times 10^8$  m/s.

### 7.2.4 Espacement des canaux

C'est la différence nominale de longueur d'onde entre deux canaux adjacents. Toutes les tolérances possibles concernant les fréquences réelles sont présentées au § 7.2.5.

### 7.2.5 Ecart maximal par rapport à la longueur d'onde centrale

C'est la différence entre la longueur d'onde centrale nominale et la longueur d'onde centrale réelle. Cet écart est principalement influencé par deux facteurs. Tout d'abord une tolérance de variation de la longueur d'onde au voisinage de la longueur d'onde nominale est autorisée pour le fabricant du

laser afin d'obtenir un rendement plus élevé et/ou assouplir les tolérances de fabrication. Ensuite, l'utilisation de lasers non refroidis provoquera une modification de la longueur d'onde avec la température dans une plage spécifiée de températures.

Cet écart tient compte de tous les processus qui affectent la valeur instantanée de la longueur d'onde centrale de la source sur un intervalle de mesure approprié au débit binaire du canal. Ces processus incluent les fluctuations de la source, la largeur de bande d'information, l'élargissement dû à l'automodulation de phase et les effets du vieillissement.

L'écart maximal par rapport à la longueur d'onde centrale dans les systèmes CWDM point à point est spécifié dans les Tableaux 8-1 à 8-9.

### 7.2.6 Taux minimal d'extinction du canal

Le taux d'extinction ( $EX$ , *extinction ratio*) est défini dans la Rec. UIT-T G.693 pour un paramètre monocanal, par la formule:

$$EX = 10\log_{10}(A/B)$$

Dans la définition ci-dessus, A est le niveau moyen de puissance optique au centre d'un "1" logique et B est le niveau de puissance optique moyenne au centre d'un "0" logique. La convention adoptée pour les niveaux logiques optiques est:

- "1" logique = émission de lumière;
- "0" logique = pas d'émission de lumière.

Pour les interfaces multicanaux, deux méthodes possibles peuvent être utilisées pour la vérification de ce paramètre comme indiqué dans la Rec. UIT-T G.959.1:

- la méthode A peut être utilisée lorsque les points de référence monocanaux sont accessibles pour vérification à l'extrémité émission de la liaison. Dans cette méthode, on utilise les procédures décrites dans les Recommandations UIT-T G.957 et G.691. La configuration associée à cette méthode figure à l'Annexe A/G.959.1;
- la méthode B emploie un filtre optique passe-bande de référence pour isoler les signaux individuels émis. Les caractéristiques du filtre passe-bande de référence et du récepteur de référence sont données dans l'Annexe B/G.959.1.

### 7.2.7 Diagramme en œil

La définition de ce paramètre et les limites de celui-ci figurent dans la Rec. UIT-T G.691. Cette définition peut être appliquée directement aux systèmes monocanaux. Dans le cas des interfaces multicanaux de l'approche "boîte noire", on peut utiliser l'une des méthodes suivantes décrites dans la Rec. UIT-T G.959.1:

- la méthode A peut être utilisée lorsque les points de référence monocanaux sont accessibles pour vérification de l'extrémité émission de la liaison. Pour cette méthode, on utilise les procédures décrites dans les Recommandations UIT-T G.957 et G.691. La configuration pour cette méthode figure à l'Annexe A/G.959.1;
- la méthode B utilise un filtre optique passe-bande de référence pour isoler les signaux individuels émis, suivi d'un récepteur de référence. Les caractéristiques du filtre optique passe-bande de référence et du récepteur de référence sont données dans l'Annexe B/G.959.1.

### **7.3 Trajet optique (un seul tronçon) du point MPI-S<sub>M</sub> au point MPI-R<sub>M</sub> ou du point S<sub>S</sub> au point R<sub>S</sub>**

#### **7.3.1 Affaiblissement maximal**

L'affaiblissement maximal sur le trajet se produit lorsque le système en question fonctionne dans des conditions de fin de vie à un BER de  $10^{-12}$  (ou tel qu'indiqué par le code d'application), dans le cas le plus défavorable de signal et de dispersion côté émission. La définition des effets inclus dans l'affaiblissement maximal est donnée au § 6.3.1/G.691.

Les distances cibles pour chaque application sont fondées sur l'hypothèse des coefficients d'affaiblissement maximum indiqués dans l'Appendice I. Les valeurs indiquées concernent l'affaiblissement sur une fibre installée (y compris les épissures et la marge de câble). Il faut noter que cette méthode fournit une valeur théorique. Les pertes liées aux connecteurs et aux épissures, qui sont présentes dans les implémentations pratiques, peuvent mener à d'autres distances.

#### **7.3.2 Affaiblissement minimal**

C'est l'affaiblissement minimal sur le trajet que permet le système en question, fonctionnant dans conditions les plus défavorables du côté émission pour atteindre un BER qui ne soit pas pire que  $10^{-12}$  (ou tel que donné par le code d'application).

#### **7.3.3 La dispersion chromatique maximale**

Ce paramètre définit la valeur maximale de la dispersion chromatique sur le trajet optique que le système est capable de tolérer. On considère qu'il s'agit de la valeur de dispersion dans le cas le plus défavorable. L'approche la plus défavorable concernant ce paramètre consiste à accorder une certaine marge à un paramètre sensible, ainsi qu'à rendre possible l'allongement des distances de transmission pour les fibres à faible perte.

La pénalité autorisée sur le trajet optique prend en considération tous les effets déterministes dus à la dispersion chromatique aussi bien que la pénalité due au temps de propagation de groupe différentiel maximal.

#### **7.3.4 Affaiblissement d'adaptation optique minimal au point MPI-S<sub>M</sub> ou S<sub>S</sub>**

Les réflexions sont causées par des discontinuités de l'indice de réfraction sur le trajet optique. Lorsqu'elles ne sont pas maîtrisées, elles peuvent dégrader les performances du système par leur effet perturbateur sur le fonctionnement de la source ou de l'amplificateur optique, ou par les réflexions multiples qui induisent un bruit interférométrique au niveau du récepteur. Les réflexions sur le trajet optique sont contrôlées en spécifiant:

- l'affaiblissement d'adaptation optique minimal de l'installation par câble au point de référence émission (à savoir, MPI-S<sub>M</sub>, S<sub>S</sub>), y compris tous les connecteurs;
- la réflectance discrète maximale entre les points de référence émission (à savoir, MPI-S<sub>M</sub>, S<sub>S</sub>) et les points de référence réception (à savoir, MPI-R<sub>M</sub>, R<sub>S</sub>).

La réflectance correspond à la réflexion à partir de tout point de réflexion discret unique, tandis que l'affaiblissement d'adaptation optique est le rapport entre la puissance optique incidente et la puissance optique totale renvoyée par la fibre entière, y compris les réflexions discrètes et la rétrodiffusion répartie telle que la diffusion de Rayleigh.

Les méthodes de mesure pour les réflexions sont décrites à l'Appendice I/G.957. Pour la mesure de la réflectance et de l'affaiblissement d'adaptation, les points S<sub>S</sub> et R<sub>S</sub> sont supposés coïncider avec l'extrémité de chaque prise de connecteur. On admettra qu'il n'est pas tenu compte des performances réelles en termes de réflexion des connecteurs respectifs dans le système en fonctionnement. Ces réflexions sont supposées avoir la valeur nominale de réflexion pour le type spécifique de connecteurs utilisé.

### 7.3.5 Réflectance discrète maximale entre les points MPI-S<sub>M</sub> et MPI-R<sub>M</sub> ou entre S<sub>S</sub> et R<sub>S</sub>

La réflectance optique est définie comme étant le rapport de la puissance optique réfléchie en un point donné à la puissance optique incidente en ce point. La limitation des réflexions est examinée dans le détail dans la Rec. UIT-T G.957. Le nombre maximal de connecteurs ou d'autres points de réflexion discrets qui peuvent être inclus dans le trajet optique (par exemple, des répartiteurs, ou des composants WDM) doit être tel qu'il permette d'atteindre l'affaiblissement d'adaptation optique global spécifié. Si ceci ne peut être fait en utilisant des connecteurs qui satisfont aux valeurs de réflectance discrète maximale citées dans les tableaux du § 8, on doit alors utiliser des connecteurs ayant de meilleures performances en termes de réflexion. Ou alors, on doit réduire le nombre de connecteurs. Il peut aussi être nécessaire de limiter le nombre de connecteurs ou d'utiliser des connecteurs ayant des performances améliorées en termes de réflectance afin d'éviter des dégradations inacceptables résultant de réflexions multiples.

Dans les tableaux du § 8, la valeur de la réflectance discrète maximale entre les points de référence émission et les points de référence réception est destinée à minimiser les effets des réflexions multiples (par exemple, bruit interférométrique). Cette valeur de réflectance maximale au niveau du récepteur a été choisie pour assurer un niveau acceptable de pénalités dues aux multiples réflexions pour toutes les configurations de système vraisemblables impliquant plusieurs connecteurs, etc. Les systèmes employant moins de connecteurs ou des connecteurs ayant de meilleures performances produisent moins de réflexions multiples et sont par conséquent capables de tolérer des récepteurs présentant une réflectance plus importante.

### 7.3.6 Temps de propagation de groupe différentiel maximal

Le temps de propagation de groupe différentiel (DGD, *differential group delay*) est la différence de temps entre les fractions d'une impulsion qui sont émises dans les deux principaux états de polarisation d'un signal optique. Pour des distances supérieures à plusieurs kilomètres, et dans l'hypothèse d'un couplage de mode de polarisation (fortement) aléatoire, le DGD dans une fibre peut être modélisé statistiquement comme ayant une distribution de Maxwell.

Dans la présente Recommandation, le temps de propagation de groupe différentiel maximal est défini comme la valeur de DGD que le système doit tolérer avec une dégradation de sensibilité maximale de 1 dB.

A cause de la nature statistique de la dispersion du mode de polarisation (PMD, *polarization mode dispersion*), la relation entre le DGD maximal et le DGD moyen ne peut être définie que de façon probabiliste. La probabilité que le DGD instantané excède une certaine valeur peut être déduite de sa distribution de Maxwell. Par conséquent, si on connaît le DGD maximal que le système peut tolérer, on peut en déduire le DGD moyen équivalent en le divisant par le rapport entre maximum et moyenne qui correspond à une probabilité acceptable. Quelques exemples de rapports sont donnés au Tableau 7-3 ci-dessous.

**Tableau 7-3/G.695 – DGD moyens et probabilités**

Rapport entre maximum et moyenne	Probabilité de dépasser le maximum
3,0	$4,2 \times 10^{-5}$
3,5	$7,7 \times 10^{-7}$
4,0	$7,4 \times 10^{-9}$

## **7.4 Interface au point MPI-R<sub>M</sub> ou R<sub>S</sub>**

### **7.4.1 Maximum de puissance d'entrée moyenne du canal**

C'est la valeur maximale acceptable de la puissance reçue moyenne du canal au point MPI-R<sub>M</sub> ou R<sub>S</sub> pour satisfaire au BER maximal spécifié par le code d'application.

### **7.4.2 Puissance d'entrée moyenne du canal**

C'est la valeur minimale acceptable de la puissance reçue moyenne du canal au point MPI-R<sub>M</sub> ou R<sub>S</sub>. La puissance d'entrée moyenne minimale du canal est égale à la puissance de sortie moyenne minimale du canal à laquelle on retranche l'affaiblissement maximal de l'application, sans tenir compte de la pénalité liée au trajet optique.

### **7.4.3 Puissance maximale moyenne totale d'entrée**

C'est la puissance d'entrée maximale totale acceptable au point MPI-R<sub>M</sub>.

### **7.4.4 Pénalité maximale liée au trajet optique**

La pénalité liée au trajet est la réduction apparente de sensibilité du récepteur due à la distorsion de la forme d'onde du signal durant sa transmission sur le trajet. Elle se manifeste sous forme d'un glissement de la courbe de BER du système vers des niveaux supérieurs de puissance d'entrée. Ceci correspond à une pénalité liée au trajet positive. Des pénalités négatives peuvent exister dans certaines conditions mais devraient rester limitées. (Une pénalité négative indique qu'un œil d'émetteur imparfait a été partiellement amélioré par des distorsions liées au trajet.) Idéalement, la courbe de BER devrait seulement être translatée, mais des variations de forme ne sont pas rares, et peuvent indiquer l'apparition de BER-planchers. Dans la mesure où la pénalité sur le trajet est une modification de la sensibilité du récepteur, elle est mesurée à un niveau de BER de  $10^{-12}$ .

Pour les applications définies dans la présente Recommandation, les pénalités maximales liées au trajet sont limitées à 1,5 dB pour les systèmes courte distance et à 2,5 dB pour les systèmes longue distance. Ces limites sont plus fortes que les limites figurant dans d'autres Recommandations en raison de la pénalité additionnelle due à la diaphonie optique.

Dans le futur, des systèmes utilisant des techniques de réduction de dispersion fondées sur la prédistorsion du signal au niveau de l'émetteur pourraient être introduits. Dans ce cas, la pénalité liée au trajet au sens ci-dessus ne peut être définie qu'entre des points où les signaux ne sont pas distordus. Cependant, ces points ne coïncident pas avec les interfaces sur le trajet principal, et peuvent même n'être pas accessibles. La définition de la pénalité liée au trajet dans ce cas sera étudiée ultérieurement.

La valeur moyenne des pénalités liées à la dispersion aléatoire dues à la PMD est incluse dans la pénalité liée au trajet autorisée. A cet égard, la combinaison émetteur/récepteur doit tolérer un DGD réel de 0,3 période binaire avec une dégradation de sensibilité maximale de 1 dB (avec 50% de puissance optique dans chaque principal état de polarisation). Pour un récepteur bien conçu, ceci correspond à une pénalité de 0,1-0,2 dB pour un DGD de 0,1 période binaire. Le DGD réel qu'on peut rencontrer en fonctionnement est une propriété de la fibre/du câble dont les variations sont aléatoires, et il ne peut être spécifié dans la présente Recommandation. Ce sujet est discuté plus en détails dans l'Appendice I/G.691.

Noter qu'une réduction du rapport signal sur bruit due à une amplification optique n'est pas considérée comme une pénalité liée au trajet.

Pour les applications utilisant l'approche "liaison noire", la pénalité liée au trajet inclut la pénalité de diaphonie.

Pour les interfaces multicanaux, on peut utiliser l'une des méthodes suivantes pour la vérification de ce paramètre:

- la méthode A peut être utilisée lorsque des points de référence monocanaux sont accessibles pour vérification à l'extrémité de réception de la liaison. Pour cette méthode, les procédures décrites dans la Rec. UIT-T G.957 et la Rec. UIT-T G.691 sont utilisées. La configuration pour cette méthode figure à l'Annexe A/G.959.1;
- la méthode B emploie un filtre optique passe-bande de référence pour isoler les signaux individuels émis, suivi par un récepteur de référence. Les caractéristiques du filtre optique passe-bande de référence et du récepteur de référence figurent à l'Annexe B/G.959.1.

NOTE – La pénalité liée au trajet optique observée dans le récepteur de référence peut n'être pas la même que celle rencontrée réellement dans l'équipement de réception, selon l'implémentation du modèle.

#### **7.4.5 Réflectance maximale d'élément de réseau optique**

Les réflexions provenant d'un élément de réseau optique et transmises vers l'arrière dans l'installation en câble ou provenant du récepteur et transmises vers l'arrière dans la liaison CWDM sont spécifiées par la réflectance maximale admissible de l'élément de réseau optique et mesuré au point de référence MPI-R<sub>M</sub> ou R<sub>S</sub> respectivement. La réflectance maximale est définie dans la Rec. UIT-T G.671.

#### **7.4.6 Sensibilité du récepteur**

La sensibilité du récepteur est définie comme étant la valeur minimale acceptable de la puissance moyenne reçue au point R<sub>S</sub> pour obtenir un BER de 10<sup>-12</sup>. Elle tient compte des pénalités de puissance causées par l'utilisation d'un émetteur fonctionnant dans des conditions standard avec les plus mauvaises valeurs du taux d'extinction, du temps de montée et de descente des impulsions d'affaiblissement d'adaptation optique au point S<sub>S</sub>, de la dégradation au niveau des connecteurs du récepteur et des tolérances de mesure. La sensibilité du récepteur n'inclut pas les pénalités de puissance associées à la dispersion, aux réflexions par rapport au trajet optique ou la diaphonie; ces effets sont spécifiés séparément dans l'attribution d'une pénalité maximale sur le trajet optique. Les effets du vieillissement ne sont pas spécifiés à part, étant donné qu'ils concernent en principe l'opérateur de réseau et le fabricant d'équipements.

#### **7.4.7 Sensibilité minimale équivalente**

C'est la valeur minimale de la puissance reçue moyenne au point MPI-R<sub>M</sub> pour satisfaire au BER maximal spécifié par le code d'application, si tous les canaux sauf un étaient supprimés (avec un filtre parfait sans perte) en ce point. Elle tient compte des pénalités de puissance causées par l'utilisation d'un émetteur dans les conditions de fonctionnement standard avec les plus mauvaises valeurs de taux d'extinction, de temps de montée et de descente des impulsions, d'affaiblissement d'adaptation optique au point MPI-S<sub>M</sub> de dégradation au niveau des connecteurs, de diaphonie, de bruit de l'amplificateur optique et de tolérances de mesure. Ces pénalités n'incluent pas celles qui sont associées à la dispersion, à la gigue, ou aux réflexions sur le trajet optique; ces effets sont spécifiés séparément dans l'allocation de la pénalité maximale d'entrée au point MPI-R<sub>M</sub> liée au trajet optique. Noter cependant que la puissance moyenne minimale d'un canal à l'entrée au point MPI-R<sub>M</sub> doit être supérieure au produit de la sensibilité minimale par la valeur de la pénalité liée au trajet optique. Les effets du vieillissement ne sont pas spécifiés à part. Les valeurs de fin de vie et correspondant au cas le plus défavorable sont spécifiées.

### **7.5 Autres paramètres concernant le trajet optique allant du point S<sub>S</sub> au point R<sub>S</sub>**

#### **7.5.1 Affaiblissement minimal et maximal d'insertion dans un canal**

L'affaiblissement d'insertion dans un canal est défini dans la Rec. UIT-T G.671.

## 7.5.2 Diaphonie optique maximale

Ce paramètre impose des contraintes sur l'isolation d'une liaison conforme à l'approche "liaison noire" telles que, dans des conditions de fonctionnement correspondant au cas le plus défavorable, la diaphonie optique en un point de référence  $R_S$  quelconque soit inférieure à la valeur de la diaphonie optique maximale.

En particulier, l'isolation de la liaison doit être supérieure à celle requise telle que, lorsqu'un canal fonctionne à la puissance de sortie moyenne minimale au point  $S_S$  et que tous les autres canaux fonctionnent avec la puissance moyenne maximale de sortie, la diaphonie optique au point  $R_S$  correspondant soit inférieure à la valeur maximale de la diaphonie optique.

## 8 Valeurs des paramètres

Les paramètres de couche Physique et leurs valeurs dans le cas d'interface multicanal, pour les systèmes du type "boîte noire" sont donnés dans les Tableaux 8-1 à 8-8.

Les paramètres de couche Physique et leurs valeurs pour des interfaces monocanaux, dans le cas de systèmes du type "liaison noire", sont donnés dans le Tableau 8-9.

**Tableau 8-1/G.695 – Paramètres et valeurs de couche Physique pour des interfaces multicanaux dans le cas d'applications "boîte noire" longue distance bidirectionnelles à 4 canaux**

Paramètre	Unités	B-C4L1-0D2	B-C4L1-0D3	B-C4L1-1D2	B-C4L1-1D3
<b>Informations générales</b>					
Nombre maximal de canaux	–	2 + 2	2 + 2	2 + 2	2 + 2
Débit/codage de ligne des signaux optiques affluents	–	NRZ 1,25 Gbit/s	NRZ 1,25 Gbit/s	NRZ 2,5 Gbit/s	NRZ 2,5 Gbit/s
Taux maximal d'erreur binaire	–	$10^{-12}$	$10^{-12}$	$10^{-12}$	$10^{-12}$
Type de fibre	–	G.652	G.653	G.652	G.653
<b>Interface au point MPI-<math>S_M</math></b>					
Maximum de puissance moyenne de sortie du canal	dBm	+5 (Note 2)	+5 (Note 2)	+5 (Note 2)	+5 (Note 2)
Minimum de puissance moyenne de sortie du canal	dBm	0 (Note 2)	0 (Note 2)	0 (Note 2)	0 (Note 2)
Maximum de puissance de sortie totale moyenne	dBm	+8	+8	+8	+8
Longueur d'onde centrale	nm	1531 + 20 m m = 0 à 3	1531 + 20 m m = 0 à 3	1531 + 20 m m = 0 à 3	1531 + 20 m m = 0 à 3
Espacement des canaux	nm	20	20	20	20
Ecart maximal par rapport à la longueur d'onde centrale (Note 1)	nm	±6,5	±6,5	±6,5	±6,5
Taux minimal d'extinction de canal	dB	8,2	8,2	8,2	8,2
Diagramme en œil	–	STM-4 selon G.957	STM-4 selon G.957	STM-16 selon G.957	STM-16 selon G.957
<b>Trajet optique (un seul tronçon) du point MPI-<math>S_M</math> au point MPI-<math>R_M</math></b>					
Affaiblissement maximal	dB	25,5	25,5	22,5	23,5
Affaiblissement minimal	dB	12	12	12	12
Maximum de dispersion chromatique	Ps/nm	2400	–	2000	–
Minimum d'affaiblissement d'adaptation optique au point MPI- $S_M$	dB	24	24	24	24

**Tableau 8-1/G.695 – Paramètres et valeurs de couche Physique pour des interfaces multicanaux dans le cas d'applications "boîte noire" longue distance bidirectionnelles à 4 canaux**

Paramètre	Unités	B-C4L1-0D2	B-C4L1-0D3	B-C4L1-1D2	B-C4L1-1D3
Maximum de réflectance discrète entre MPI-S <sub>M</sub> et MPI-R <sub>M</sub>	dB	-27	-27	-27	-27
Maximum de temps de propagation de groupe différentiel	ps	120	120	120	120
<b>Interface au point MPI-R<sub>M</sub></b>					
Maximum de puissance moyenne d'entrée du canal	dBm	-7	-7	-7	-7
Minimum de puissance moyenne d'entrée du canal	dBm	-25,5	-25,5	-22,5	-23,5
Maximum de puissance totale moyenne d'entrée	dBm	-4	-4	-4	-4
Pénalité maximale liée au trajet optique	dB	1,5	1,5	2,5	1,5
Sensibilité minimale équivalente	dBm	-27	-27	-25	-25
Maximum de réflectance de l'élément de réseau optique	dB	-27	-27	-27	-27
NOTE 1 – Un système qui présente un écart de longueur d'onde maximal par rapport à la fréquence centrale de ±7 nm et qui est conforme à tous les autres paramètres G.695 du code d'application pertinent offre une compatibilité transversale pour toute application couverte par ce code, sauf qu'il n'assure pas de compatibilité transversale avec un système présentant un écart de ±6,5 nm en l'absence de collaboration technique.					
NOTE 2 – Les niveaux de puissance d'émission pour ces applications bidirectionnelles à 2 + 2 canaux sont supérieurs à ceux des autres applications dans la présente Recommandation de sorte que la distance cible de 80 km est réalisable pour le codage NRZ 2,5 Gbit/s.					

**Tableau 8-2/G.695 – Paramètres et valeurs de couche Physique pour des interfaces multicanaux pour des applications "boîte noire" à 8 canaux**

Paramètre	Unités	C8S1-1D2	B-C8S1-1D2	C8L1-1D2
<b>Informations générales</b>				
Nombre maximal de canaux	–	8	4 + 4	8
Débit/codage de ligne des signaux optiques affluents	–	NRZ 2,5 Gbit/s	NRZ 2,5 Gbit/s	NRZ 2,5 Gbit/s
Taux maximal d'erreur binaire	–	10 <sup>-12</sup>	10 <sup>-12</sup>	10 <sup>-12</sup>
Type de fibre	–	G.652	G.652	G.652
<b>Interface au point MPI-S<sub>M</sub></b>				
Maximum de puissance moyenne de sortie du canal	dBm	+4	+4	+4
Minimum de puissance moyenne de sortie du canal	dBm	-3,5	-3,5	-3,5
Maximum de puissance de sortie totale moyenne	dBm	+13	+10	+13
Longueur d'onde centrale	nm	1471 + 20 m m = 0 à 7	1471 + 20 m m = 0 à 7	1471 + 20 m m = 0 à 7
Espacement des canaux	nm	20	20	20

**Tableau 8-2/G.695 – Paramètres et valeurs de couche Physique pour des interfaces multicanaux pour des applications "boîte noire" à 8 canaux**

Paramètre	Unités	C8S1-1D2	B-C8S1-1D2	C8L1-1D2
Ecart maximal par rapport à la longueur d'onde centrale (Note)	nm	±6,5	±6,5	±6,5
Taux minimal d'extinction de canal	dB	8,2	8,2	8,2
Diagramme en œil	–	STM-16 pour G.957	STM-16 pour G.957	STM-16 pour G.957
<b>Trajet optique (un seul tronçon) du point MPI-S<sub>M</sub> au point MPI-R<sub>M</sub></b>				
Affaiblissement maximal	dB	9	9	18
Affaiblissement minimal	dB	3	3	12
Maximum de dispersion chromatique	ps/nm	800	800	1600
Minimum d'affaiblissement d'adaptation optique au point MPI-S <sub>M</sub>	dB	24	24	24
Maximum de réflectance discrète entre MPI-S <sub>M</sub> et MPI-R <sub>M</sub>	dB	-27	-27	-27
Maximum de temps de propagation de groupe différentiel	ps	120	120	120
<b>Interface au point MPI-R<sub>M</sub></b>				
Maximum de puissance moyenne d'entrée du canal	dBm	+1	+1	-8
Minimum de puissance moyenne d'entrée du canal	dBm	-12,5	-12,5	-21,5
Maximum de puissance totale moyenne d'entrée	dBm	+10	+7	+1
Pénalité maximale liée au trajet optique	dB	1,5	1,5	2,5
Sensibilité minimale équivalente	dBm	-14	-14	-24
Maximum de réflectance de l'élément de réseau optique	dB	-27	-27	-27
NOTE – Un système qui présente un écart de longueur d'onde maximal par rapport à la fréquence centrale de ±7 nm et qui est conforme à tous les autres paramètres G.695 du code d'application pertinent offre une compatibilité transversale pour toute application couverte par ce code, sauf qu'il n'offre pas de compatibilité transversale avec un système présentant un écart de ±6,5 nm en l'absence de collaboration technique.				

**Tableau 8-3/G.695 – Paramètres et valeurs de couche Physique pour des interfaces multicanaux dans le cas d'applications "boîte noire" longue distance bidirectionnelles à 8 canaux**

Paramètre	Unités	B-C8L1-0D2	B-C8L1-0D3	B-C8L1-1D2	B-C8L1-1D3
<b>Informations générales</b>					
Nombre maximal de canaux	–	4 + 4	4 + 4	4 + 4	4 + 4
Débit/codage de ligne des signaux optiques affluents	–	NRZ 1,25 Gbit/s	NRZ 1,25 Gbit/s	NRZ 2,5 Gbit/s	NRZ 2,5 Gbit/s
Taux maximal d'erreur binaire	–	10 <sup>-12</sup>	10 <sup>-12</sup>	10 <sup>-12</sup>	10 <sup>-12</sup>
Type de fibre	–	G.652	G.653	G.652	G.653

**Tableau 8-3/G.695 – Paramètres et valeurs de couche Physique pour des interfaces multicanaux dans le cas d'applications "boîte noire" longue distance bidirectionnelles à 8 canaux**

<b>Interface au point MPI-S<sub>M</sub></b>					
Maximum de puissance moyenne de sortie du canal	dBm	+4	+4	+4	+4
Minimum de puissance moyenne de sortie du canal	dBm	-3,5	-3,5	-3,5	-3,5
Maximum de puissance de sortie totale moyenne	dBm	+10	+10	+10	+10
Longueur d'onde centrale	nm	1471 + 20 m m = 0 à 7	1471 + 20 m m = 0 à 7	1471 + 20 m m = 0 à 7	1471 + 20 m m = 0 à 7
Espacement des canaux	nm	20	20	20	20
Ecart maximal par rapport à la longueur d'onde centrale (Note)	nm	±6,5	±6,5	±6,5	±6,5
Taux minimal d'extinction de canal	dB	8,2	8,2	8,2	8,2
Diagramme en œil	–	STM-4 pour G.957	STM-4 pour G.957	STM-16 pour G.957	STM-16 pour G.957
<b>Trajet optique (un seul tronçon) du point MPI-S<sub>M</sub> au point MPI-R<sub>M</sub></b>					
Affaiblissement maximal	dB	21	21	18	19
Affaiblissement minimal	dB	12	12	12	12
Maximum de dispersion chromatique	ps/nm	2000	–	1600	–
Minimum d'affaiblissement d'adaptation optique au point MPI-S <sub>M</sub>	dB	24	24	24	24
Maximum de réflectance discrète entre MPI-S <sub>M</sub> et MPI-R <sub>M</sub>	dB	-27	-27	-27	-27
Maximum de temps de propagation de groupe différentiel	ps	120	120	120	120
<b>Interface au point MPI-R<sub>M</sub></b>					
Maximum de puissance moyenne d'entrée du canal	dBm	-8	-8	-8	-8
Minimum de puissance moyenne d'entrée du canal	dBm	-24,5	-24,5	-21,5	-22,5
Maximum de puissance totale moyenne d'entrée	dBm	-2	-2	-2	-2
Pénalité maximale liée au trajet optique	dB	1,5	1,5	2,5	1,5
Sensibilité minimale équivalente	dBm	-26	-26	-24	-24
Maximum de réflectance de l'élément de réseau optique	dB	-27	-27	-27	-27
NOTE – Un système qui présente un écart de longueur d'onde maximal par rapport à la fréquence centrale de ±7 nm et qui est conforme à tous les autres paramètres G.695 du code d'application pertinent offre une compatibilité transversale pour toute application couverte par ce code, sauf qu'il n'assure pas de compatibilité transversale avec un système présentant un écart de ±6,5 nm en l'absence de collaboration technique.					

**Tableau 8-4/G.695 – Paramètres et valeurs de couche Physique pour des interfaces multicanaux dans le cas d'applications "boîte noire" longue distance bidirectionnelles à 12 canaux**

Paramètre	Unités	B-C12L1-0D2		B-C12L1-1D2	
		1291-1351	1471-1611	1291-1351	1471-1611
Bloc de longueur d'onde	nm	1291-1351	1471-1611	1291-1351	1471-1611
<b>Informations générales</b>					
Nombre maximal de canaux	–	6 + 6		6 + 6	
Débit/codage de ligne des signaux optiques affluents	–	NRZ 1,25 Gbit/s		NRZ 2,5 Gbit/s	
Taux maximal d'erreur binaire	–	$10^{-12}$		$10^{-12}$	
Type de fibre	–	G.652		G.652	
<b>Interface au point MPI-S<sub>M</sub></b>					
Maximum de puissance moyenne de sortie du canal	dBm	+3,5	+1,5	+3,5	+1,5
Minimum de puissance moyenne de sortie du canal	dBm	–4	–6	–4	–6
Maximum de puissance de sortie totale moyenne	dBm	+10,7		+10,7	
Longueur d'onde centrale	nm	1291 + 20 m m = 0 à 3	1471 + 20 m m = 0 à 7	1291 + 20 m m = 0 à 3	1471 + 20 m m = 0 à 7
Espacement des canaux	nm	20		20	
Ecart maximal par rapport à la longueur d'onde centrale (Note)	nm	±6,5		±6,5	
Taux minimal d'extinction de canal	dB	8,2		8,2	
Diagramme en œil	–	STM-4 pour G.957		STM-16 pour G.957	
<b>Trajet optique (un seul tronçon) du point MPI-S<sub>M</sub> au point MPI-R<sub>M</sub></b>					
Affaiblissement maximal	dB	20	14,7	18	13,3
Affaiblissement minimal	dB	11	7	11	7
Maximum de dispersion chromatique	ps/nm	310	1200	280	1100
Minimum d'affaiblissement d'adaptation optique au point MPI-S <sub>M</sub>	dB	24		24	
Maximum de réflectance discrète entre MPI-S <sub>M</sub> et MPI-R <sub>M</sub>	dB	–27		–27	
Maximum de temps de propagation de groupe différentiel	ps	120		120	

**Tableau 8-4/G.695 – Paramètres et valeurs de couche Physique pour des interfaces multicanaux dans le cas d'applications "boîte noire" longue distance bidirectionnelles à 12 canaux**

Paramètre	Unités	B-C12L1-0D2		B-C12L1-1D2	
<b>Interface au point MPI-R<sub>M</sub></b>					
Maximum de puissance moyenne d'entrée du canal	dBm	-7,5		-5,5	-7,5   -5,5
Minimum de puissance moyenne d'entrée du canal	dBm	-24		-20,7	-22   -19,3
Maximum de puissance totale moyenne d'entrée	dBm	+2,3		+2,3	
Pénalité maximale liée au trajet optique	dB	1		1	1   1,5
Sensibilité minimale équivalente	dBm	-25		-21,7	-23   -20,8
Maximum de réflectance de l'élément de réseau optique	dB	-27		-27	
NOTE – Un système qui présente un écart de longueur d'onde maximal par rapport à la fréquence centrale de ±7 nm et qui est conforme à tous les autres paramètres G.695 du code d'application pertinent offre une compatibilité transversale pour toute application couverte par ce code, sauf qu'il n'assure pas de compatibilité transversale avec un système présentant un écart de ±6,5 nm en l'absence de collaboration technique.					

**Tableau 8-5/G.695 – Paramètres et valeurs de couche Physique pour des interfaces multicanaux dans le cas d'applications "boîte noire" à 16 canaux C16S1-1D2**

Paramètre	Unités	C16S1-1D2
Bloc de longueur d'onde	nm	ffs
<b>Informations générales</b>		
Nombre maximal de canaux	–	16
Débit/codage de ligne des signaux optiques affluents	–	NRZ 2,5 Gbit/s
Taux maximal d'erreur binaire	–	10 <sup>-12</sup>
Type de fibre	–	G.652.C ou G.652.D
<b>Interface au point MPI-S<sub>M</sub></b>		
Maximum de puissance moyenne de sortie du canal	dBm	ffs
Minimum de puissance moyenne de sortie du canal	dBm	ffs
Maximum de puissance de sortie totale moyenne	dBm	ffs
Longueur d'onde centrale	nm	ffs
Espacement des canaux	nm	20
Ecart maximal par rapport à la longueur d'onde centrale (Note)	nm	±6,5
Taux minimal d'extinction de canal	dB	8,2
Diagramme en œil	–	STM-16 pour G.957

**Tableau 8-5/G.695 – Paramètres et valeurs de couche Physique pour des interfaces multicanaux dans le cas d'applications "boîte noire" à 16 canaux C16S1-1D2**

Paramètre	Unités	C16S1-1D2
<b>Trajet optique (un seul tronçon) du point MPI-S<sub>M</sub> au point MPI-R<sub>M</sub></b>		
Affaiblissement maximal	dB	ffs
Affaiblissement minimal	dB	ffs
Maximum de dispersion chromatique	ps/nm	ffs
Minimum d'affaiblissement d'adaptation optique au point MPI-S <sub>M</sub>	dB	ffs
Maximum de réflectance discrète entre MPI-S <sub>M</sub> et MPI-R <sub>M</sub>	dB	ffs
Maximum de temps de propagation de groupe différentiel	ps	120
<b>Interface au point MPI-R<sub>M</sub></b>		
Maximum de puissance moyenne d'entrée du canal	dBm	ffs
Minimum de puissance moyenne d'entrée du canal	dBm	ffs
Maximum de puissance totale moyenne d'entrée	dBm	ffs
Pénalité maximale liée au trajet optique	dB	ffs
Sensibilité minimale équivalente	dBm	ffs
Maximum de réflectance de l'élément de réseau optique	dB	ffs
NOTE – Un système qui présente un écart de longueur d'onde maximal par rapport à la fréquence centrale de $\pm 7$ nm et qui est conforme à tous les autres paramètres G.695 du code d'application pertinent offre une compatibilité transversale pour toute application couverte par ce code, sauf qu'il n'assure pas de compatibilité transversale avec un système présentant un écart de $\pm 6,5$ nm en l'absence de collaboration technique.		

**Tableau 8-6/G.695 – Paramètres et valeurs de couche Physique pour des interfaces multicanaux dans le cas d'applications "boîte noire" à 16 canaux C16L1-1D2**

Paramètre	Unités	C16L1-1D2
Bloc de longueur d'onde	nm	ffs
<b>Informations générales</b>		
Nombre maximal de canaux	–	16
Débit/codage de ligne des signaux optiques affluents	–	NRZ 2,5 Gbit/s
Taux maximal d'erreur binaire	–	$10^{-12}$
Type de fibre	–	G.652.C ou G.652.D

**Tableau 8-6/G.695 – Paramètres et valeurs de couche Physique pour des interfaces multicanaux dans le cas d'applications "boîte noire" à 16 canaux C16L1-1D2**

Paramètre	Unités	C16L1-1D2
<b>Interface au point MPI-S<sub>M</sub></b>		
Maximum de puissance moyenne de sortie du canal	dBm	ffs
Minimum de puissance moyenne de sortie du canal	dBm	ffs
Maximum de puissance de sortie totale moyenne	dBm	ffs
Longueur d'onde centrale	nm	ffs
Espacement des canaux	nm	20
Ecart maximal par rapport à la longueur d'onde centrale (Note)	nm	±6,5
Taux minimal d'extinction de canal	dB	8,2
Diagramme en œil	–	STM-16 pour G.957
<b>Trajet optique (un seul tronçon) du point MPI-S<sub>M</sub> au point MPI-R<sub>M</sub></b>		
Affaiblissement maximal	dB	ffs
Affaiblissement minimal	dB	ffs
Maximum de dispersion chromatique	ps/nm	ffs
Minimum d'affaiblissement d'adaptation optique au point MPI-S <sub>M</sub>	dB	ffs
Maximum de réflectance discrète entre MPI-S <sub>M</sub> et MPI-R <sub>M</sub>	dB	ffs
Maximum de temps de propagation de groupe différentiel	ps	120
<b>Interface au point MPI-R<sub>M</sub></b>		
Maximum de puissance moyenne d'entrée du canal	dBm	ffs
Minimum de puissance moyenne d'entrée du canal	dBm	ffs
Maximum de puissance totale moyenne d'entrée	dBm	ffs
Pénalité maximale liée au trajet optique	dB	ffs
Sensibilité minimale équivalente	dBm	ffs
Maximum de réflectance de l'élément de réseau optique	dB	ffs
NOTE – Un système qui présente un écart de longueur d'onde maximal par rapport à la fréquence centre de ±7 nm qui est conforme à tous les autres paramètres G.695 du code d'application pertinent offre une compatibilité transversale pour toute application couverte par ce code, sauf qu'il n'assure pas de compatibilité transversale avec un système présentant un écart de ±6,5 nm en l'absence de collaboration technique.		

**Tableau 8-7/G.695 – Paramètres et valeurs de couche Physique pour des interfaces multicanaux dans le cas d'applications "boîte noire" à 16 canaux B-C16S1-1D2**

Paramètre	Unités	B-C16S1-1D2
Bloc de longueur d'onde	nm	ffs
<b>Informations générales</b>		
Nombre maximal de canaux	–	8 + 8
Débit/codage de ligne des signaux optiques affluents	–	NRZ 2,5 Gbit/s
Taux maximal d'erreur binaire	–	$10^{-12}$
Type de fibre	–	G.652.C ou G.652.D
<b>Interface au point MPI-S<sub>M</sub></b>		
Maximum de puissance moyenne de sortie du canal	dBm	ffs
Minimum de puissance moyenne de sortie du canal	dBm	ffs
Maximum de puissance de sortie totale moyenne	dBm	ffs
Longueur d'onde centrale	nm	ffs
Espacement des canaux	nm	20
Ecart maximal par rapport à la longueur d'onde centrale (Note)	nm	±6,5
Taux minimal d'extinction de canal	dB	8,2
Diagramme en œil	–	STM-16 pour G.957
<b>Trajet optique (un seul tronçon) du point MPI-S<sub>M</sub> au point MPI-R<sub>M</sub></b>		
Affaiblissement maximal	dB	ffs
Affaiblissement minimal	dB	ffs
Maximum de dispersion chromatique	ps/nm	ffs
Minimum d'affaiblissement d'adaptation optique au point MPI-S <sub>M</sub>	dB	ffs
Maximum de réflectance discrète entre MPI-S <sub>M</sub> et MPI-R <sub>M</sub>	dB	ffs
Maximum de temps de propagation de groupe différentiel	ps	120

**Tableau 8-7/G.695 – Paramètres et valeurs de couche Physique pour des interfaces multicanaux dans le cas d'applications "boîte noire" à 16 canaux B-C16S1-1D2**

Paramètre	Unités	B-C16S1-1D2
<b>Interface au point MPI-R<sub>M</sub></b>		
Maximum de puissance moyenne d'entrée du canal	dBm	ffs
Minimum de puissance moyenne d'entrée du canal	dBm	ffs
Maximum de puissance totale moyenne d'entrée	dBm	ffs
Pénalité maximale liée au trajet optique	dB	ffs
Sensibilité minimale équivalente	dBm	ffs
Maximum de réflectance de l'élément de réseau optique	dB	ffs
NOTE – Un système qui présente un écart de longueur d'onde maximal par rapport à la fréquence centrale de $\pm 7$ nm et qui est conforme à tous les autres paramètres G.695 du code d'application pertinent offre une compatibilité transversale pour toute application couverte par ce code, sauf qu'il n'assure pas de compatibilité transversale avec un système présentant un écart de $\pm 6,5$ nm en l'absence de collaboration technique.		

**Tableau 8-8/G.695 – Paramètres et valeurs de couche Physique pour des interfaces multicanaux dans le cas d'applications "boîte noire" à 16 canaux B-C16L1-1D2**

Paramètre	Unités	B-C16L1-1D2
Bloc de longueur d'onde	nm	ffs
<b>Informations générales</b>		
Nombre maximal de canaux	–	8 + 8
Débit/codage de ligne des signaux optiques affluents	–	NRZ 2,5 Gbit/s
Taux maximal d'erreur binaire	–	$10^{-12}$
Type de fibre	–	G.652.C ou G.652.D
<b>Interface au point MPI-S<sub>M</sub></b>		
Maximum de puissance moyenne de sortie du canal	dBm	ffs
Minimum de puissance moyenne de sortie du canal	dBm	ffs
Maximum de puissance de sortie totale moyenne	dBm	ffs
Longueur d'onde centrale	nm	ffs
Espacement des canaux	nm	20
Ecart maximal par rapport à la longueur d'onde centrale (Note)	nm	$\pm 6,5$
Taux minimal d'extinction de canal	dB	8,2
Diagramme en œil	–	STM-16 pour G.957

**Tableau 8-8/G.695 – Paramètres et valeurs de couche Physique pour des interfaces multicanaux dans le cas d'applications "boîte noire" à 16 canaux B-C16L1-1D2**

Paramètre	Unités	B-C16L1-1D2
<b>Trajet optique (un seul tronçon) du point MPI-S<sub>M</sub> au point MPI-R<sub>M</sub></b>		
Affaiblissement maximal	dB	ffs
Affaiblissement minimal	dB	ffs
Maximum de dispersion chromatique	ps/nm	ffs
Minimum d'affaiblissement d'adaptation optique au point MPI-S <sub>M</sub>	dB	ffs
Maximum de réflectance discrète entre MPI-S <sub>M</sub> et MPI-R <sub>M</sub>	dB	ffs
Maximum de temps de propagation de groupe différentiel	ps	120
<b>Interface au point MPI-R<sub>M</sub></b>		
Maximum de puissance moyenne d'entrée du canal	dBm	ffs
Minimum de puissance moyenne d'entrée du canal	dBm	ffs
Maximum de puissance totale moyenne d'entrée	dBm	ffs
Pénalité maximale liée au trajet optique	dB	ffs
Sensibilité minimale équivalente	dBm	ffs
Maximum de réflectance de l'élément de réseau optique	dB	ffs
NOTE – Un système qui présente un écart de longueur d'onde maximal par rapport à la fréquence centrale de $\pm 7$ nm et qui est conforme à tous les autres paramètres G.695 du code d'application pertinent offre une compatibilité transversale pour toute application couverte par ce code, sauf qu'il n'assure pas de compatibilité transversale avec un système présentant un écart de $\pm 6,5$ nm en l'absence de collaboration technique.		

**Tableau 8-9/G.695 – Paramètres et valeurs de couche Physique pour systèmes multicanaux avec interfaces monocanaux pour des applications "liaison noire" à 8 canaux**

Paramètre	Unités	S-C8S1-1D2 S-C8S1-1D3 S-C8S1-1D5	S-C8L1-1D2 S-C8L1-1D3 S-C8L1-1D5
<b>Informations générales</b>			
Nombre maximal de canaux	–	8	8 (Note 2)
Débit/codage de ligne des signaux optiques affluents	–	NRZ 2,5 Gbit/s	NRZ 2,5 Gbit/s
Taux maximal d'erreur binaire	–	$10^{-12}$	$10^{-12}$
Type de fibre	–	G.652. G.653, G.655	G.652. G.653, G.655

**Tableau 8-9/G.695 – Paramètres et valeurs de couche Physique pour systèmes multicanaux avec interfaces monocanaux pour des applications "liaison noire" à 8 canaux**

Paramètre	Unités	S-C8S1-1D2 S-C8S1-1D3 S-C8S1-1D5	S-C8L1-1D2 S-C8L1-1D3 S-C8L1-1D5
<b>Interface au point S<sub>s</sub></b>			
Maximum de puissance moyenne de sortie du canal	dBm	+5	+5
Minimum de puissance moyenne de sortie du canal	dBm	0	0
Longueur d'onde centrale	nm	1471 + 20 m m = 0 à 7	1471 + 20 m m = 0 à 7
Espacement des canaux	nm	20	20
Ecart maximal par rapport à la longueur d'onde centrale (Note 1)	nm	±6,5	±6,5
Taux minimal d'extinction de canal	dB	8,2	8,2
Diagramme en œil	–	STM-16 pour G.957	STM-16 pour G.957
<b>Trajet optique du point S<sub>s</sub> au point R<sub>s</sub></b>			
Affaiblissement d'insertion maximal sur un canal	dB	16,5	25,5
Affaiblissement d'insertion minimal sur un canal	dB	5	14
Maximum de dispersion chromatique	ps/nm	1000	1600
Minimum d'affaiblissement d'adaptation optique au point S <sub>s</sub>	dB	24	24
Maximum de réflectance discrète entre S <sub>s</sub> et R <sub>s</sub>	dB	–27	–27
Maximum de temps de propagation de groupe différentiel	ps	120	120
Diaphonie optique maximale	dB	20	20
<b>Interface au point R<sub>s</sub></b>			
Maximum de puissance moyenne d'entrée du canal	dBm	0	–9
Sensibilité minimale du récepteur	dBm	–18	–28
Pénalité maximale sur le trajet optique	dB	1,5	2,5
Réflectance maximale du récepteur	dB	–27	–27
NOTE 1 – Un système qui présente un écart de longueur d'onde maximal par rapport à la fréquence centrale de ±7 nm et qui est conforme à tous les autres paramètres G.695 du code d'application pertinent offre une compatibilité transversale pour toute application couverte par ce code, sauf qu'il n'assure pas de compatibilité transversale avec un système présentant un écart de ±6,5 nm en l'absence de collaboration technique.			
NOTE 2 – Un canal à 1471 nm peut ne pas être utilisable avec des fibres G.655 anciennes dont la longueur d'onde de coupure maximale du câble spécifiée est de 1480 nm.			

## 9 Considérations relatives à la sécurité optique

On se reportera pour ce qui est de la sécurité optique à la Rec. UIT-T G.664 et aux normes CEI 60825-1 et 60825-2.

NOTE – Les limites de rayonnement accessibles pour des longueurs d'onde supérieures ou inférieures à 1400 nm diffèrent. Par conséquent, il convient de prêter une attention particulière sur la façon dont les longueurs d'onde dans chacune de ces régions contribuent au classement de niveau de dangerosité pour les applications CWDM.

## Appendice I

### Influence de la longueur d'onde sur l'affaiblissement et la dispersion chromatique

#### I.1 Affaiblissement

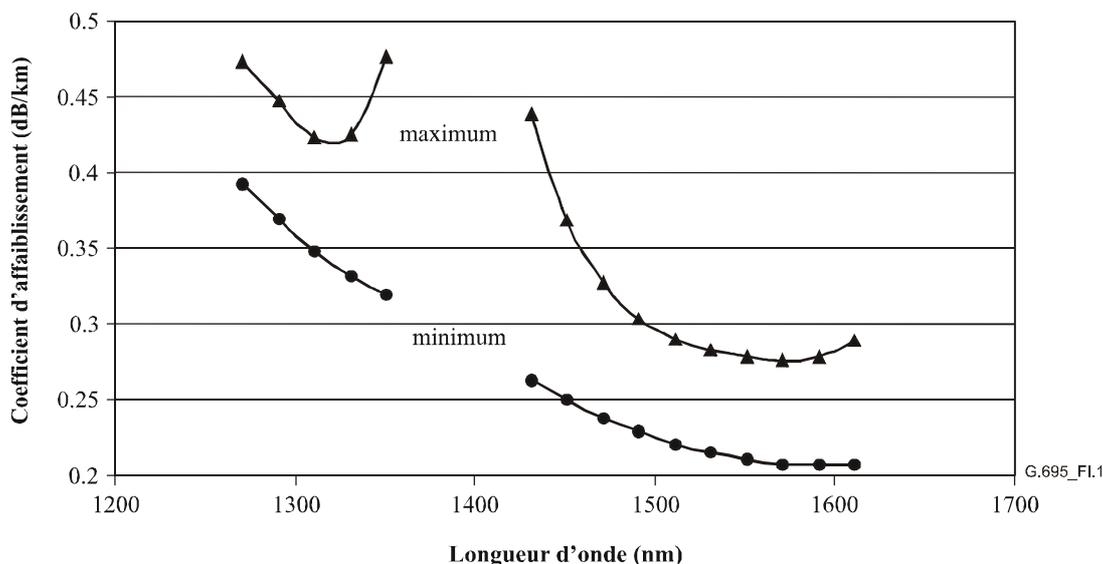
Le coefficient d'affaiblissement d'un câble à fibre optique installé dépend de la longueur d'onde, sa valeur à une longueur d'onde donnée dépend des caractéristiques de la fibre non câblée ainsi que des affaiblissements supplémentaires dus aux connecteurs, aux épissures et aux courbures.

Le Tableau I.1 contient les valeurs des coefficients d'affaiblissement théoriques minimales et maximales pour chaque longueur d'onde CWDM. Ces valeurs sont également décrites sous forme graphique dans les Figures I.1 et I.2. Ces valeurs ont été obtenues en combinant les mesures du coefficient d'affaiblissement pour des câbles souterrains ou enterrés fonctionnant à 1550 nm et à 1625 nm, avec des mesures spectrales complètes sur des fibres non câblées et dans les limites spécifiées dans la Rec. UIT-T G.652.

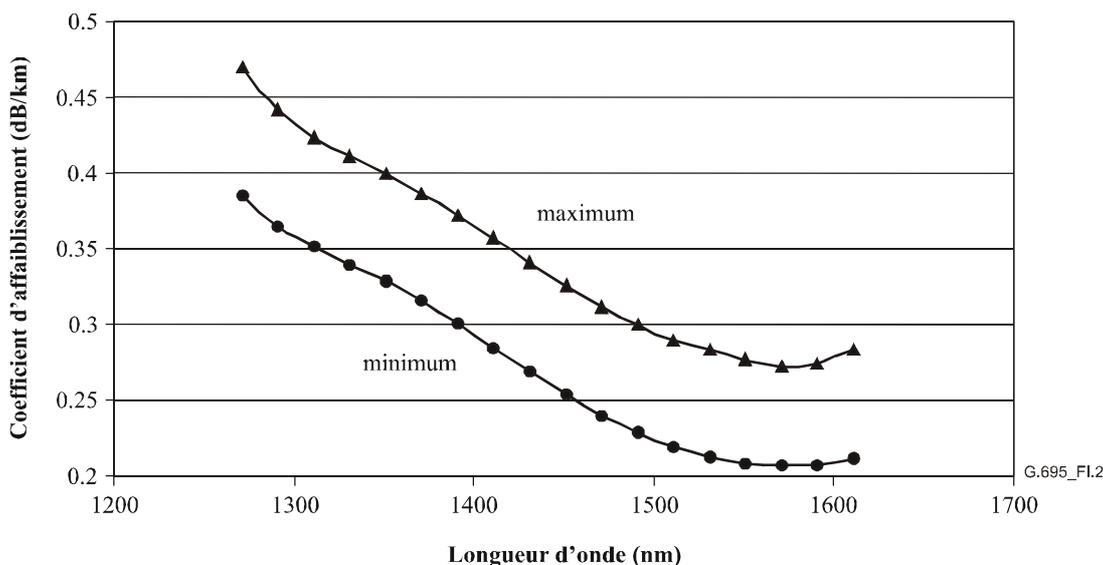
**Tableau I.1/G.695 – Valeurs des coefficients d'affaiblissement prises pour hypothèse**

Longueur d'onde centrale nominale (nm)	Câble G.652.A et B		Câble G.652.C et D	
	Coefficient d'affaiblissement minimal (dB/km)	Coefficient d'affaiblissement maximal (dB/km)	Coefficient d'affaiblissement minimal (dB/km)	Coefficient d'affaiblissement maximal (dB/km)
1271	0,392	0,473	0,385	0,470
1291	0,370	0,447	0,365	0,441
1311	0,348	0,423	0,352	0,423
1331	0,331	0,425	0,340	0,411
1351	0,320	0,476	0,329	0,399
1371			0,316	0,386
1391			0,301	0,372
1411			0,285	0,357
1431	0,263	0,438	0,269	0,341
1451	0,250	0,368	0,254	0,326
1471	0,238	0,327	0,240	0,312
1491	0,229	0,303	0,229	0,300
1511	0,221	0,290	0,220	0,290
1531	0,215	0,283	0,213	0,283
1551	0,211	0,278	0,209	0,277
1571	0,208	0,276	0,208	0,273
1591	0,208	0,278	0,208	0,275
1611	0,208	0,289	0,212	0,283

NOTE – Ces valeurs de coefficient incluent une tolérance pour tenir compte de l'écart maximal par rapport à la longueur d'onde centrale.



**Figure I.1/G.695 – Valeurs du coefficient d'affaiblissement retenues pour hypothèse dans le cas d'un câble G.652.A et B**



**Figure I.2/G.695 – Valeurs du coefficient d'affaiblissement retenues pour hypothèse dans le cas d'un câble G.652.C et D**

Ces valeurs du coefficient d'affaiblissement sont établies à partir des résultats de mesures spectrales effectuées sur un nombre limité de fibres, en prenant pour hypothèse un coefficient maximal d'affaiblissement de 0,275 dB/km à 1550 nm et un coefficient minimal d'affaiblissement de 0,210 dB/km à 1550 nm. L'affaiblissement réel dans le câble installé a un caractère statistique et ses valeurs ne doivent pas être prises comme des limites de spécification pour des fibres, des sections de câble ou des épissures individuelles. Dans les câbles à fibres optiques réels installés, les valeurs de coefficient d'affaiblissement différeront de celles données dans le Tableaux I.1 et la Figure I.1 en fonction de facteurs tels les affaiblissements dus aux connecteurs, aux épissures, aux courbures et au monitoring optique.

## I.2 Dispersion chromatique

Etant donné que le coefficient de dispersion chromatique dépend de la longueur d'onde, dans certaines applications il y a une dispersion limitée par la longueur d'onde la plus longue utilisée. Le Tableau I.2 contient les valeurs prises pour hypothèse du coefficient de dispersion chromatique théorique maximal à la longueur d'onde la plus longue (plus l'écart maximal autorisé par rapport à la longueur d'onde centrale) pour chaque bloc de longueur d'onde utilisée dans la présente Recommandation. Ces valeurs de dispersion chromatique ont été calculées en utilisant les équations 10.7a et 10.7b avec 1 sigma qui figurent dans le Supplément 39 des Recommandations UIT-T G.600 et G.900.

**Tableau I.2/G.695 – Valeurs du coefficient de dispersion chromatique prises pour hypothèse**

Bloc de longueurs d'onde (nm)	Coefficient de dispersion (ps/nm/km)
1291-1351	5,7
1311-1371	6,8
1391-1451	11,5
1531-1591	19,9
1471-1611	21,1

## Appendice II

### Trajet optique du point $RP_S$ au point $RP_R$

Dans le Tableau 8-9, des valeurs de paramètre de couche Physique sont recommandées pour le trajet optique du point  $S_S$  au point  $R_S$  pour les applications dites "liaison noire". Le trajet optique entre le point  $S_S$  et le point  $R_S$  inclut un multiplexeur optique, et le trajet du point  $RP_S$  au point  $RP_R$  un démultiplexeur optique. L'affaiblissement total d'insertion et la dispersion chromatique totale pour la paire multiplexeur optique/démultiplexeur optique et le trajet optique allant du point  $RP_S$  au point  $RP_R$  ne doivent pas être supérieurs aux valeurs spécifiées pour le trajet optique entre le  $S_S$  et le point  $R_S$ .

La répartition de l'affaiblissement d'insertion (qui dépend de la longueur d'onde) entre la paire multiplexeur optique/démultiplexeur optique et le trajet optique allant du point  $RP_S$  au point  $RP_R$  dépendra des caractéristiques de la paire multiplexeur/démultiplexeur et du trajet optique allant du point  $RP_S$  au point  $RP_R$ . Les valeurs maximales du coefficient d'affaiblissement prises pour hypothèse à l'Appendice I peuvent être utilisées pour évaluer l'affaiblissement d'insertion maximal dans le canal pris pour hypothèse, pour chaque canal sur le trajet optique allant du point  $RP_S$  au point  $RP_R$  et par conséquent pour évaluer les distances prévisibles dans le cas de fibres à pertes élevées. De même pour les fibres à faibles pertes, les valeurs minimales du coefficient d'affaiblissement données dans l'Appendice I peuvent être utilisées. Dans certains cas, la distance prévisible sera limitée par la dispersion.

Les Tableaux II.1 et II.2 contiennent, pour information, les valeurs des paramètres pour le trajet optique allant du point  $RP_S$  au point  $RP_R$  pour différentes valeurs d'affaiblissement d'insertion du multiplexeur/démultiplexeur.

**Tableau II.1/G.695 – Paramètres et valeurs pour un trajet optique allant du point RP<sub>S</sub> au point RP<sub>R</sub> pour des codes d'application S-C8S1-1D2, -1D3 et -1D5**

Paramètre	Unités	Affaiblissement d'insertion totale d'un multiplexeur + d'un démultiplexeur				
		7,5 dB	6,5 dB	5,5 dB	4,5 dB	3,5 dB
<b>Trajet optique du point RP<sub>S</sub> au point RP<sub>R</sub></b>						
Affaiblissement maximal	dB	9	10	11	12	13
Affaiblissement minimal	dB	0	0	0	0,5	1,5
Dispersion chromatique maximale	ps/nm	1000	1000	1000	1000	1000
Temps de propagation de groupe différentiel maximal	ps	120	120	120	120	120
Distance prévisible pour une fibre à pertes élevées (Note 1)	km	27	30	33	36	39
Distance prévisible pour une fibre à faibles pertes (Note 1)	km	38	42	46	50 (Note 2)	55 (Note 2)
NOTE 1 – Dans les câbles à fibre optique installés réels, la distance prévisible peut différer des valeurs indiquées en fonction des différences de facteurs tels l'affaiblissement dû au connecteur, l'affaiblissement dû aux épissures et l'affaiblissement de courbure.						
NOTE 2 – Le code d'application S-C8S1-1D2 qui utilise une fibre G.652, la distance prévisible est limitée à 47 km environ, en raison de la dispersion.						

**Tableau II.2/G.695 – Paramètres et valeurs pour un trajet optique allant du point RP<sub>S</sub> au point RP<sub>R</sub> pour des codes d'application S-C8L1-1D2, -1D3 et -1D5**

Paramètre	Unités	Affaiblissement d'insertion totale d'un multiplexeur + d'un démultiplexeur				
		7,5 dB	6,5 dB	5,5 dB	4,5 dB	3,5 dB
<b>Trajet optique du point RP<sub>S</sub> au point RP<sub>R</sub></b>						
Affaiblissement maximal	dB	18	19	20	21	22
Affaiblissement minimal	dB	6,5	7,5	8,5	9,5	10,5
Dispersion chromatique maximale	ps/nm	1600	1600	1600	1600	1600
Temps de propagation de groupe différentiel maximal	ps	120	120	120	120	120
Distance prévisible pour une fibre à pertes élevées s (Note 1)	km	55	58	61	64	67
Distance prévisible pour une fibre à faibles pertes s (Note 1)	km	75	79 (Note 2)	84 (Note 2)	88 (Note 2)	92 (Note 2)
NOTE 1 – Dans les câbles à fibre optique installés réels, la distance prévisible peut différer des valeurs indiquées en fonction des différences de facteurs tels l'affaiblissement dû au connecteur, l'affaiblissement dû aux épissures et l'affaiblissement de courbure.						
NOTE 2 – Le code d'application S-C8L1-1D2 qui utilise une fibre G.652, la distance prévisible est limitée à 75 km environ, en raison de la dispersion.						

## Appendice III

### Valeurs des paramètres pour les applications à 16 canaux

Le présent appendice spécifie les valeurs initiales des paramètres pour les applications à 16 canaux. Ces valeurs pourront être modifiées en fonction de l'évolution technologique.

**Tableau III.1/G.695 – Paramètres et valeurs de couche Physique pour interfaces multicanaux dans le cas d'applications "boîte noire" à 16 canaux C16S1-1D2**

Paramètre	Unités	C16S1-1D2		
		1311-1371	1391-1451	1471-1611
Bloc de longueur d'onde	nm	1311-1371	1391-1451	1471-1611
<b>Informations générales</b>				
Nombre maximal de canaux	–	16		
Débit/codage de ligne des signaux optiques affluents	–	NRZ 2,5 Gbit/s		
Taux maximal d'erreur binaire	–	$10^{-12}$		
Type de fibre	–	G.652.C ou G.652.D		
<b>Interface au point MPI-S<sub>M</sub></b>				
Maximum de puissance moyenne de sortie du canal	dBm	+3,5	+2,5	+1
Minimum de puissance moyenne de sortie du canal	dBm	–4	–5	–6,5
Maximum de puissance de sortie totale moyenne	dBm	+14,2		
Longueur d'onde centrale	nm	1311 + 20 m m = 0 à 3	1391 + 20 m m = 0 à 3	1471 + 20 m m = 0 à 7
Espacement des canaux	nm	20		
Ecart maximal par rapport à la longueur d'onde centrale (Note)	nm	±6,5		
Taux minimal d'extinction de canal	dB	8,2		
Diagramme en œil	–	STM-16 selon G.957		
<b>Trajet optique (un seul tronçon) du point MPI-S<sub>M</sub> au point MPI-R<sub>M</sub></b>				
Affaiblissement maximal	dB	8,5	7,5	6,5
Affaiblissement minimal	dB	3,5	2,5	0,5
Maximum de dispersion chromatique	ps/nm	160	300	510
Minimum d'affaiblissement d'adaptation optique au point MPI-S <sub>M</sub>	dB	24		
Maximum de réflectance discrète entre MPI-S <sub>M</sub> et MPI-R <sub>M</sub>	dB	–27		
Maximum de temps de propagation de groupe différentiel	ps	120		

**Tableau III.1/G.695 – Paramètres et valeurs de couche Physique pour interfaces multicanaux dans le cas d'applications "boîte noire" à 16 canaux C16S1-1D2**

Paramètre	Unités	C16S1-1D2		
<b>Interface au point MPI-R<sub>M</sub></b>				
Maximum de puissance moyenne d'entrée du canal	dBm	0	0	+0,5
Minimum de puissance moyenne d'entrée du canal	dBm	-12,5	-12,5	-13
Maximum de puissance totale moyenne d'entrée	dBm		+12,3	
Pénalité maximale liée au trajet optique	dB	1	1	1
Sensibilité minimale équivalente	dBm	-13,5	-13,5	-14
Maximum de réflectance de l'élément de réseau optique	dB		-27	
NOTE – Un système qui présente un écart de longueur d'onde maximal par rapport à la fréquence centrale de $\pm 7$ nm et qui est conforme à tous les autres paramètres G.695 du code d'application pertinent offre une compatibilité transversale pour toute application couverte par ce code sauf qu'il n'assure pas de compatibilité transversale avec un système présentant un écart de $\pm 6,5$ nm, en l'absence de collaboration technique.				

**Tableau III.2/G.695 – Paramètres et valeurs de couche Physique pour interfaces multicanaux dans le cas d'applications "boîte noire" à 16 canaux C16L1-1D2**

Paramètre	Unités	C16L1-1D2		
Bloc de longueur d'onde	nm	1311-1371	1391-1451	1471-1611
<b>Informations générales</b>				
Nombre maximal de canaux	–	16		
Débit/codage de ligne des signaux optiques affluents	–	NRZ 2,5 Gbit/s		
Taux maximal d'erreur binaire	–	$10^{-12}$		
Type de fibre	–	G.652.C ou G.652.D		

**Tableau III.2/G.695 – Paramètres et valeurs de couche Physique pour interfaces multicanaux dans le cas d'applications "boîte noire" à 16 canaux C16L1-1D2**

Paramètre	Unités	C16L1-1D2		
<b>Interface au point MPI-S<sub>M</sub></b>				
Maximum de puissance moyenne de sortie du canal	dBm	+3,5	+1,5	-0,5
Minimum de puissance moyenne de sortie du canal	dBm	-4	-6	-8
Maximum de puissance de sortie totale moyenne	dBm	+13,4		
Longueur d'onde centrale	nm	1311 + 20 m m = 0 à 3	1391 + 20 m m = 0 à 3	1471 + 20 m m = 0 à 7
Espacement des canaux	nm	20		
Ecart maximal par rapport à la longueur d'onde centrale (Note)	nm	±6,5		
Taux minimal d'extinction de canal	dB	8,2		
Diagramme en œil	-	STM-16 selon G.957		
<b>Trajet optique (un seul tronçon) du point MPI-S<sub>M</sub> au point MPI-R<sub>M</sub></b>				
Affaiblissement maximal	dB	18	15,8	13,3
Affaiblissement minimal	dB	11	9	7
Maximum de dispersion chromatique	ps/nm	350	650	1100
Minimum d'affaiblissement d'adaptation optique au point MPI-S <sub>M</sub>	dB	24		
Maximum de réflectance discrète entre MPI-S <sub>M</sub> et MPI-R <sub>M</sub>	dB	-27		
Maximum de temps de propagation de groupe différentiel	ps	120		
<b>Interface au point MPI-R<sub>M</sub></b>				
Maximum de puissance moyenne d'entrée du canal	dBm	-7,5		
Minimum de puissance moyenne d'entrée du canal	dBm	-22	-21,8	-21,3
Maximum de puissance totale moyenne d'entrée	dBm	+4,5		
Pénalité maximale liée au trajet optique	dB	1	1,5	2
Sensibilité minimale équivalente	dBm	-23	-23,3	-23,3
Maximum de réflectance de l'élément de réseau optique	dB	-27		
NOTE – Un système qui présente un écart de longueur d'onde maximal par rapport à la fréquence centrale de ±7 nm et qui est conforme à tous les autres paramètres G.695 du code d'application pertinent offre une compatibilité transversale pour toute application couverte par ce code, sauf qu'il n'assure pas de compatibilité transversale avec un système présentant un écart de ±6,5 nm en l'absence de collaboration technique.				

**Tableau III.3/G.695 – Paramètres et valeurs de couche Physique pour interfaces multicanaux dans le cas d'applications "boîte noire" à 16 canaux B-C16S1-1D2**

Paramètre	Unités	B-C16S1-1D2		
		1311-1371	1391-1451	1471-1611
Bloc de longueur d'onde	nm	1311-1371	1391-1451	1471-1611
<b>Informations générales</b>				
Nombre maximal de canaux	–	8 + 8		
Débit/codage de ligne des signaux optiques affluents	–	NRZ 2,5 Gbit/s		
Taux maximal d'erreur binaire	–	$10^{-12}$		
Type de fibre	–	G.652.C ou G.652.D		
<b>Interface au point MPI-S<sub>M</sub></b>				
Maximum de puissance moyenne de sortie du canal	dBm	+3,5	+2	+1
Minimum de puissance moyenne de sortie du canal	dBm	–4	–5	–6,5
Maximum de puissance de sortie totale moyenne	dBm	+11,8		
Longueur d'onde centrale	nm	1311 + 20 m m = 0 à 3	1391 + 20 m m = 0 à 3	1471 + 20 m m = 0 à 7
Espacement des canaux	nm	20		
Ecart maximal par rapport à la longueur d'onde centrale (Note)	nm	±6,5		
Taux minimal d'extinction de canal	dB	8,2		
Diagramme en œil	–	STM-16 selon G.957		
<b>Trajet optique (un seul tronçon) du point MPI-S<sub>M</sub> au point MPI-R<sub>M</sub></b>				
Affaiblissement maximal	dB	8,5	7,5	6,3
Affaiblissement minimal	dB	3,5	2,5	0,5
Maximum de dispersion chromatique	ps/nm	160	300	510
Minimum d'affaiblissement d'adaptation optique au point MPI-S <sub>M</sub>	dB	24		
Maximum de réflectance discrète entre MPI-S <sub>M</sub> et MPI-R <sub>M</sub>	dB	–27		
Maximum de temps de propagation de groupe différentiel	ps	120		

**Tableau III.3/G.695 – Paramètres et valeurs de couche Physique pour interfaces multicanaux dans le cas d'applications "boîte noire" à 16 canaux B-C16S1-1D2**

Paramètre	Unités	B-C16S1-1D2		
<b>Interface au point MPI-R<sub>M</sub></b>				
Maximum de puissance moyenne d'entrée du canal	dBm	0	-0,5	+0,5
Minimum de puissance moyenne d'entrée du canal	dBm	-12,5	-12,5	-12,8
Maximum de puissance totale moyenne d'entrée	dBm		+9,5	
Pénalité maximale liée au trajet optique	dB	1	1	1
Sensibilité minimale équivalente	dBm	-13,5	-13,5	-13,8
Maximum de réflectance de l'élément de réseau optique	dB		-27	
NOTE – Un système qui présente un écart de longueur d'onde maximal par rapport à la fréquence centrale de ±7 nm et qui est conforme à tous les autres paramètres G.695 du code d'application pertinent offre une compatibilité transversale pour toute application couverte par ce code, sauf qu'il n'assure pas de compatibilité transversale avec un système présentant un écart de ±6,5 nm en l'absence de collaboration technique.				

**Tableau III.4/G.695 – Paramètres et valeurs de couche Physique pour interfaces multicanaux dans le cas d'applications "boîte noire" à 16 canaux B-C16L1-1D2**

Paramètre	Unités	B-C16L1-1D2		
Bloc de longueur d'onde	nm	1311-1371	1391-1451	1471-1611
<b>Informations générales</b>				
Nombre maximal de canaux	–	8 + 8		
Débit/codage de ligne des signaux optiques affluents	–	NRZ 2,5 Gbit/s		
Taux maximal d'erreur binaire	–	10 <sup>-12</sup>		
Type de fibre	–	G.652.C ou G.652.D		

**Tableau III.4/G.695 – Paramètres et valeurs de couche Physique pour interfaces multicanaux dans le cas d'applications "boite noire" à 16 canaux B-C16L1-1D2**

Paramètre	Unités	B-C16L1-1D2		
<b>Interface au point MPI-S<sub>M</sub></b>				
Maximum de puissance moyenne de sortie du canal	dBm	+3,5	+1,5	-0,5
Minimum de puissance moyenne de sortie du canal	dBm	-4	-6	-8
Maximum de puissance de sortie totale moyenne	dBm	+11,6		
Longueur d'onde centrale	nm	1311 + 20 m m = 0 à 3	1391 + 20 m m = 0 à 3	1471 + 20 m m = 0 à 7
Espacement des canaux	nm	20		
Ecart maximal par rapport à la longueur d'onde centrale (Note)	nm	±6,5		
Taux minimal d'extinction de canal	dB	8,2		
Diagramme en œil	-	STM-16 selon G.957		
<b>Trajet optique (un seul tronçon) du point MPI-S<sub>M</sub> au point MPI-R<sub>M</sub></b>				
Affaiblissement maximal	dB	18	15,8	13,3
Affaiblissement minimal	dB	11	9	7
Maximum de dispersion chromatique	ps/nm	350	650	1100
Minimum d'affaiblissement d'adaptation optique au point MPI-S <sub>M</sub>	dB	24		
Maximum de réflectance discrète entre MPI-S <sub>M</sub> et MPI-R <sub>M</sub>	dB	-27		
Maximum de temps de propagation de groupe différentiel	ps	120		
<b>Interface au point MPI-R<sub>M</sub></b>				
Maximum de puissance moyenne d'entrée du canal	dBm	-7,5		
Minimum de puissance moyenne d'entrée du canal	dBm	-22	-21,8	-21,3
Maximum de puissance totale moyenne d'entrée	dBm	+1,5		
Pénalité maximale liée au trajet optique	dB	1	1,5	2
Sensibilité minimale équivalente	dBm	-23	-23,3	-23,3
Maximum de réflectance de l'élément de réseau optique	dB	-27		
NOTE – Un système qui présente un écart de longueur d'onde maximal par rapport à la fréquence centrale de ±7 nm et qui est conforme à tous les autres paramètres G.695 du code d'application pertinent offre une compatibilité transversale pour toute application couverte par ce code, sauf qu'il n'assure pas de compatibilité transversale avec un système présentant un écart de ±6,5 nm en l'absence de collaboration technique.				



## SÉRIES DES RECOMMANDATIONS UIT-T

Série A	Organisation du travail de l'UIT-T
Série B	Moyens d'expression: définitions, symboles, classification
Série C	Statistiques générales des télécommunications
Série D	Principes généraux de tarification
Série E	Exploitation générale du réseau, service téléphonique, exploitation des services et facteurs humains
Série F	Services de télécommunication non téléphoniques
<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	RGT et maintenance des réseaux: systèmes de transmission, circuits téléphoniques, télégraphie, télécopie et circuits loués internationaux
Série N	Maintenance: circuits internationaux de transmission radiophonique et télévisuelle
Série O	Spécifications des appareils de mesure
Série P	Qualité de transmission téléphonique, installations téléphoniques et réseaux locaux
Série Q	Commutation et signalisation
Série R	Transmission télégraphique
Série S	Equipements terminaux de télégraphie
Série T	Terminaux des services télématiques
Série U	Commutation télégraphique
Série V	Communications de données sur le réseau téléphonique
Série X	Réseaux de données et communication entre systèmes ouverts
Série Y	Infrastructure mondiale de l'information, protocole Internet et réseaux de nouvelle génération
Série Z	Langages et aspects généraux logiciels des systèmes de télécommunication