



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

**UIT-T**

SECTEUR DE LA NORMALISATION  
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS  
DE L'UIT

**G.653**

(04/97)

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

Caractéristiques des supports de transmission – Câbles à  
fibres optiques

---

**Caractéristiques des câbles à fibres optiques  
monomodes à dispersion décalée**

Recommandation UIT-T G.653

(Antérieurement Recommandation du CCITT)

---

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

CONNEXIONS ET CIRCUITS TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX	G.100–G.199
<b>SYSTÈMES INTERNATIONAUX ANALOGIQUES À COURANTS PORTEURS</b>	
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
<b>CARACTÉRISTIQUES DES SUPPORTS DE TRANSMISSION</b>	
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
<b>Câbles à fibres optiques</b>	<b>G.650–G.659</b>
Caractéristiques des composants et sous-systèmes optiques	G.660–G.699
<b>SYSTÈMES DE TRANSMISSION NUMÉRIQUES</b>	
EQUIPEMENTS TERMINAUX	G.700–G.799
RÉSEAUX NUMÉRIQUES	G.800–G.899
SECTIONS NUMÉRIQUES ET SYSTÈMES DE LIGNES NUMÉRIQUES	G.900–G.999

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

## **RECOMMANDATION UIT-T G.653**

### **CARACTÉRISTIQUES DES CÂBLES À FIBRES OPTIQUES MONOMODES À DISPERSION DÉCALÉE**

#### **Résumé**

La présente Recommandation traite des propriétés géométriques et des caractéristiques de transmission des fibres et câbles optiques monomodes à dispersion décalée. La dispersion chromatique minimale de ce type de fibre est décalée dans la région des 1550 nm. Les définitions et les méthodes de test figurent dans la Recommandation G.650.

#### **Source**

La Recommandation UIT-T G.653, révisée par la Commission d'études 15 de l'UIT-T (1997-2000), a été approuvée le 8 avril 1997 selon la procédure définie dans la Résolution n° 1 de la CMNT.

## 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.

La Conférence mondiale de normalisation des télécommunications (CMNT), qui se réunit tous les quatre ans, détermine les thèmes d'études 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 n° 1 de la CMNT.

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

## NOTE

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

## DROITS DE PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

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

A la date d'approbation de la présente Recommandation, l'UIT avait/n'avait pas été avisée de l'existence d'une propriété intellectuelle protégée par des brevets à acquérir pour mettre en oeuvre 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 oeuvre de consulter la base de données des brevets du TSB.

© UIT 1997

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

## TABLE DES MATIÈRES

	<b>Page</b>
1	Domaine d'application..... 1
2	Références..... 1
3	Terminologie..... 2
4	Abréviations..... 2
5	Caractéristiques des fibres ..... 2
5.1	Diamètre du champ de mode ..... 2
5.2	Diamètre de gaine ..... 2
5.3	Erreur de concentricité du champ de mode..... 2
5.4	Non-circularité ..... 3
5.4.1	Non-circularité du champ de mode..... 3
5.4.2	Non-circularité de la gaine..... 3
5.5	Longueur d'onde de coupure..... 3
5.6	Affaiblissement de courbure à 1550 nm ..... 3
5.7	Propriétés des matériaux des fibres..... 4
5.7.1	Matériaux composant les fibres..... 4
5.7.2	Matériaux protecteurs ..... 4
5.7.3	Seuil de déformation permanente ..... 4
5.8	Profil de l'indice de réfraction..... 4
5.9	Uniformité longitudinale..... 4
6	Spécifications relatives aux tronçons à longueur de livraison ..... 5
6.1	Affaiblissement linéique ..... 5
6.2	Coefficient de dispersion chromatique ..... 5
6.3	Coefficient de dispersion de mode de polarisation..... 6
7	Sections élémentaires de câble..... 7
7.1	Affaiblissement ..... 7
7.2	Dispersion chromatique ..... 7



## Recommandation G.653

# CARACTÉRISTIQUES DES CÂBLES À FIBRES OPTIQUES MONOMODES À DISPERSION DÉCALÉE

(révisée en 1997)

## 1 Domaine d'application

La présente Recommandation traite des fibres monomodes à dispersion décalée ayant une longueur d'onde de dispersion nulle proche de 1550 nm et un coefficient de dispersion qui augmente de manière monotone avec la longueur d'onde, qui sont optimisées par la région comprise entre 1550 et 1600 nm mais qui peuvent également être utilisées au voisinage de 1310 nm, sous réserve des contraintes ci-dessous.

Leurs caractéristiques géométriques, optiques, mécaniques et de transmission sont décrites ci-après.

Le sens des termes utilisés dans la présente Recommandation et les lignes directrices qu'il convient de suivre pour les mesures ayant pour but de vérifier les diverses caractéristiques font l'objet de la Recommandation G.650. Les caractéristiques de cette fibre, y compris la définition des termes qui s'appliquent, leurs méthodes de test et les valeurs appropriées seront précisées à mesure que les études et l'expérience progressent.

## 2 Références

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 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.

- Recommandation UIT-T G.650 (1997), *Définition et méthodes d'essai des paramètres pour les fibres monomodes.*
- Recommandation UIT-T G.652 (1997), *Caractéristiques des câbles à fibres optiques monomodes.*
- Recommandation UIT-T G.654 (1997), *Caractéristiques d'un câble à fibres optiques monomodes à longueur d'onde de coupure décalée.*
- Recommandation UIT-T G.655 (1996), *Caractéristiques des câbles à fibres optiques monomodes à dispersion décalée non nulle.*
- Recommandation UIT-T G.955 (1996), *Systèmes de lignes numériques des hiérarchies à 1544 kbit/s et à 2048 kbit/s sur câbles à fibres optiques.*
- Recommandation UIT-T G.957 (1996), *Interfaces optiques pour les équipements et les systèmes relatifs à la hiérarchie numérique synchrone.*
- Recommandation UIT-T G.681 (1996), *Caractéristiques fonctionnelles des jonctions urbaines et interurbaines utilisant des amplificateurs optiques, y compris le multiplexage optique.*

- Recommandation UIT-T G.663 (1996), *Aspects relatifs aux applications des dispositifs et des sous-systèmes amplificateurs à fibre optique.*
- Publication 793-2 de la CEI, Partie 2 (1992), *Fibre optiques – Partie 2: Spécifications de produit.*

### **3 Terminologie**

Les définitions données dans la Recommandation G.650 sont applicables à la présente Recommandation.

### **4 Abréviations**

La présente Recommandation utilise les abréviations suivantes:

GPa Gigapascals

SDH hiérarchie numérique synchrone (*synchronous digital hierarchy*)

WDM multiplexage par répartition en longueur d'onde (*wavelength division multiplexing*)

### **5 Caractéristiques des fibres**

Seules les caractéristiques des fibres offrant un cadre de conception essentiel minimal pour la fabrication des fibres sont recommandées dans le présent paragraphe. Parmi ces caractéristiques, la longueur d'onde de coupure des fibres câblées peut être sensiblement modifiée par la fabrication ou l'installation des câbles. Toutefois, les caractéristiques recommandées s'appliquent de la même façon à une fibre isolée, à une fibre incorporée dans un câble enroulé sur un touret et à une fibre faisant partie d'un câble installé.

La présente Recommandation s'applique aux fibres ayant un champ de mode nominale circulaire.

#### **5.1 Diamètre du champ de mode**

La valeur nominale du diamètre du champ de mode à 1550 nm doit être comprise entre 7,8 et 8,5  $\mu\text{m}$ . L'écart par rapport à cette valeur effective ne doit pas dépasser  $\pm 10\%$ .

NOTE 1 – Le choix d'une valeur dans cet intervalle n'est pas nécessairement lié à un type de fibre bien précis.

NOTE 2 – Il convient de noter que la qualité de la fibre, nécessaire à une application donnée, est plus fonction des paramètres essentiels de la fibre et des systèmes tels que le diamètre du champ de mode, la longueur d'onde de coupure, la dispersion chromatique, la longueur d'onde de fonctionnement du système et le débit ou la fréquence de fonctionnement que de la structure spécifique de la fibre.

#### **5.2 Diamètre de gaine**

La valeur nominale recommandée pour le diamètre de gaine est de 125  $\mu\text{m}$ . L'écart par rapport à cette valeur ne doit pas dépasser  $\pm 2 \mu\text{m}$ .

D'autres tolérances pourront être fixées pour certaines techniques de raccordement et pour certaines spécifications de pertes dues aux raccordements.

#### **5.3 Erreur de concentricité du champ de mode**

L'erreur de concentricité du champ de mode recommandée à 1550 nm ne doit pas dépasser 1  $\mu\text{m}$ .



NOTE – Pour certaines techniques particulières de raccordement et pour certaines spécifications portant sur les pertes aux raccordements, on pourra fixer des tolérances inférieures ou égales à 3  $\mu\text{m}$ .

## 5.4 Non-circularité

### 5.4.1 Non-circularité du champ de mode

Dans la pratique, la non-circularité du champ de mode des fibres ayant des champs de mode nominale ment circulaires est suffisamment faible pour ne pas affecter la propagation et le raccordement. On n'a donc pas jugé utile de recommander une valeur particulière pour la non-circularité du champ de mode. Il n'est normalement pas nécessaire, lors des essais de recette, de mesurer la non-circularité du champ de mode.

### 5.4.2 Non-circularité de la gaine

La non-circularité de la gaine doit être inférieure à 2%. Pour certaines techniques particulières de raccordement ou pour certaines spécifications portant sur les pertes aux raccordements, on pourra fixer d'autres tolérances.

## 5.5 Longueur d'onde de coupure

On distingue trois types utiles de longueur d'onde de coupure:

- a) la longueur d'onde de coupure  $\lambda_{cc}$ ;
- b) la longueur d'onde de coupure de fibre  $\lambda_c$ ;
- c) la longueur d'onde de coupure de jarretière  $\lambda_{cj}$ .

La corrélation des valeurs mesurées de  $\lambda_c$ ,  $\lambda_{cc}$  et  $\lambda_{cj}$  dépend de la fibre considérée, du type de câble et des conditions de mesure. En général on a  $\lambda_{cc} < \lambda_{cj} < \lambda_c$ , mais il est difficile d'établir une relation quantitative. Même sur la plus courte longueur de câble entre deux raccords et pour la longueur d'onde minimale de fonctionnement du système, il est indispensable de conserver une transmission monomode. On peut traiter la question en recommandant une valeur maximale de 1270 nm pour, la longueur d'onde de coupure des fibre monomodes câblées  $\lambda_{cc}$ , une valeur maximale de 1270 nm pour la longueur d'onde de coupure de jarretière  $\lambda_{cj}$ , ou en recommandant une valeur maximale pour longueur d'onde de coupure de fibre  $\lambda_c$ .

NOTE – La recommandation ci-dessus n'est pas suffisante pour assurer un fonctionnement monomode dans la région des 1310 nm dans toutes les combinaisons possibles de longueur d'onde, de longueur de câble et de conditions d'installation de câble. Il convient de fixer des limites appropriées des valeurs de  $\lambda_c$  et  $\lambda_{cc}$  au cas où l'on prévoit un fonctionnement dans la région des 1310 nm en veillant tout particulièrement à empêcher les effets de bruit modal dans les longueurs de câble minimales entre les raccords de réparation et les jarretières.

## 5.6 Affaiblissement de courbure à 1550 nm

L'accroissement de l'affaiblissement, mesuré à 1550 nm pour 100 tours d'une fibre enroulée de manière lâche suivant un rayon de 37,5 mm, doit être inférieur à 0,5 dB.

Dans le cas de la hiérarchie SDH et de la modulation WDM, la fibre peut être utilisée à des longueurs d'onde supérieures à 1550 nm. L'affaiblissement maximal de 1,0 dB s'appliquera à la longueur d'onde maximale d'utilisation envisagée (qui sera inférieure ou égale à 1580 nm). L'affaiblissement à la longueur d'onde maximale peut être prévu par une mesure à 1550 nm, au moyen d'une modélisation de l'affaiblissement spectral ou d'une base de données statistique pour le type de fibre en particulier. Une autre possibilité consiste à faire un test à une longueur d'onde plus grande.

NOTE 1 – Un essai d'homologation peut suffire à vérifier le respect de cette condition.

NOTE 2 – La valeur indiquée de 100 tours correspond au nombre approximatif de tours que comportent les coffrets d'épissures situés aux pas de répétition. Le rayon de 37,5 mm équivaut au rayon de courbure minimal communément accepté pour la mise en place durable de fibres dans les systèmes installés dans la pratique afin d'éviter les défaillances dues à la fatigue statique.

NOTE 3 – Si, pour des raisons pratiques, on décide d'effectuer l'essai à 37,5 mm avec moins de 100 tours, il est conseillé de ne pas descendre en dessous de 40 tours et d'utiliser une valeur d'affaiblissement plus faible, proportionnelle au nombre de spires.

NOTE 4 – Si l'on envisage d'utiliser dans les coffrets d'épissures ou en d'autres endroits du système des rayons de courbure inférieurs à 37,5 mm (par exemple,  $R = 30$  mm), il est conseillé d'appliquer la même valeur d'affaiblissement de 0,5 dB pour 100 tours de fibre enroulée suivant ce rayon plus petit.

NOTE 5 – La valeur recommandée de l'affaiblissement de courbure à 1550 nm se rapporte à l'installation de fibres monomodes dans les conditions réelles. L'influence sur les caractéristiques d'affaiblissement du rayon de courbure résultant du retordage des fibres monomodes câblées est incluse dans la spécification relative à l'affaiblissement des fibres câblées.

NOTE 6 – Dans le cas où des essais périodiques sont nécessaires, il est possible de se contenter d'une ou plusieurs spires au lieu de 100 et ce par souci de précision et pour faciliter la mesure de la sensibilité à la courbure à 1550 nm. Dans ce cas, on choisira le diamètre de la boucle, le nombre de spires et la valeur maximale admissible d'affaiblissement dû à la courbure de manière que les résultats soient corrélés avec la valeur recommandée de 0,5 dB de l'essai fonctionnel à 100 spires avec un rayon de 37,5 mm.

## **5.7 Propriétés des matériaux des fibres**

### **5.7.1 Matériaux composant les fibres**

Il convient d'indiquer les matériaux dont les fibres sont faites.

NOTE – Il pourra être nécessaire de prendre des précautions pour le raccordement par fusion de fibres constituées de différents matériaux. Les premiers résultats indiquent que le raccordement de fibres différentes de silice de haute qualité permet d'obtenir des valeurs satisfaisantes en matière de perte et de solidité des épissures.

### **5.7.2 Matériaux protecteurs**

Les propriétés physiques et chimiques des matériaux employés pour le revêtement primaire de la fibre ainsi que la meilleure méthode pour l'enlever (si cela est nécessaire) doivent être indiquées. Dans le cas de fibres à enveloppe unique, il convient de donner des indications analogues.

### **5.7.3 Seuil de déformation permanente**

Le seuil de déformation permanente  $\sigma_p$  doit être au moins égal à 0,35 GPa, ce qui correspond approximativement à une déformation temporaire de 0,5%. On spécifie souvent un seuil de 0,69 GPa.

NOTE – Les définitions des paramètres mécaniques figurent aux 1.2/G.650 et 2.6/G.650.

## **5.8 Profil de l'indice de réfraction**

Il n'est généralement pas nécessaire de connaître le profil d'indice de réfraction; si on souhaite le mesurer, on peut utiliser la méthode de mesure de référence décrite dans la Recommandation G.651.

## **5.9 Uniformité longitudinale**

A l'étude.

## 6 Spécifications relatives aux tronçons à longueur de livraison

Les caractéristiques géométriques et optiques des fibres indiquées au paragraphe 5 n'étant que peu affectées par le processus de câblage, on trouvera dans le présent paragraphe des recommandations portant essentiellement sur les caractéristiques de transmission des tronçons câblés à longueur de livraison.

Les conditions ambiantes et les conditions de mesure ont une très grande importance et sont décrites dans les directives relatives aux méthodes de mesure.

### 6.1 Affaiblissement linéique

Les câbles à fibres optiques visés par la présente Recommandation ont généralement des affaiblissements linéiques inférieurs à 0,35 dB/km au voisinage de 1550 nm. Lorsque ces câbles sont destinés à être utilisés au voisinage de 1300 nm, leur affaiblissement linéique est généralement inférieur à 0,55 dB/km dans cette région.

NOTE – Les valeurs les plus faibles dépendent du processus de fabrication, de la composition et de la conception des fibres et de la conception des câbles. Des valeurs de 0,19 à 0,25 dB/km dans la région des 1550 nm ont déjà été obtenues.

### 6.2 Coefficient de dispersion chromatique

L'équation suivante donne la dispersion chromatique  $D(\lambda)$  en ps/(nm · km):

$$D(\lambda) = (\lambda - \lambda_0)S_0$$

où  $\lambda$  est la longueur d'onde concernée en nm,  $\lambda_0$  la longueur d'onde de dispersion nulle en nm et  $S_0$  la pente à dispersion nulle en ps/(nm<sup>2</sup> · km). La pente  $S_0$  est spécifiée par sa valeur maximale:  $S_0 < S_{0\max}$ . La longueur d'onde de dispersion nulle  $\lambda_0$  est spécifiée par sa valeur nominale (1550 nm) et l'écart de tolérance maximal,  $\Delta\lambda_{0\max}$  symétrique de part et d'autre de 1550 nm:

$$1550 - \Delta\lambda_{0\max} < \lambda_0 < 1550 + \Delta\lambda_{0\max}$$

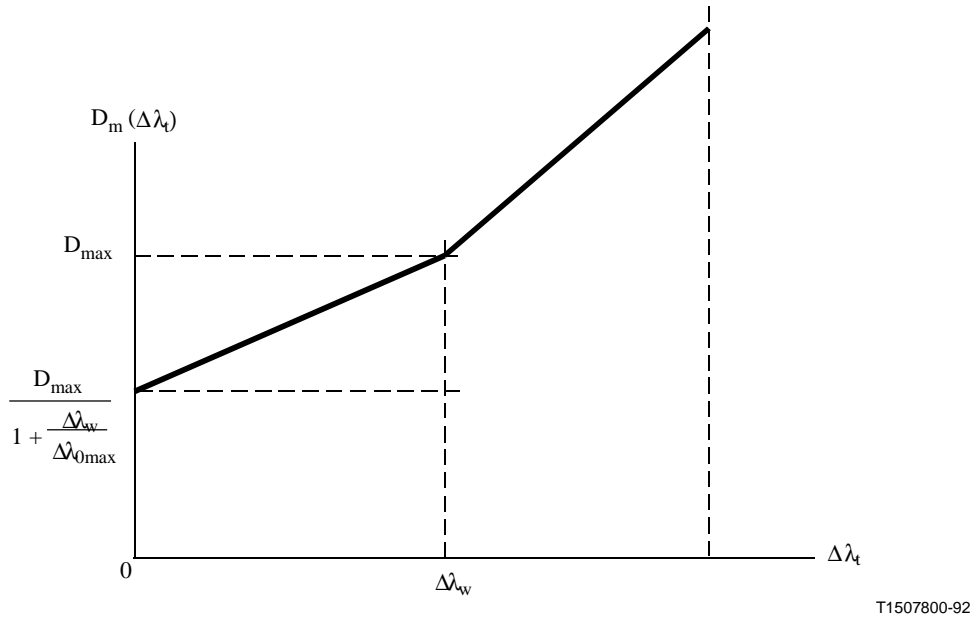
De plus, la valeur absolue maximale du coefficient de dispersion  $D_{\max}$  en ps/(nm · km) est donnée pour toute la largeur de la fenêtre spécifiée de part et d'autre de 1550 nm par  $\Delta\lambda_w$ :

$$\begin{aligned} |D(\lambda)| &< D_{\max} \\ \text{pour } 1550 - \Delta\lambda_w &< \lambda < 1550 + \Delta\lambda_w \end{aligned}$$

Lorsque l'émission a lieu sur une longueur d'onde centrale différant de  $\Delta\lambda_t$  par rapport à 1550 nm, il est possible de calculer la valeur absolue maximale du coefficient de dispersion par les formules suivantes:

$$\begin{aligned} D_m(\Delta\lambda_t) &= D_{\max} \frac{\Delta\lambda_t + \Delta\lambda_{0\max}}{\Delta\lambda_w + \Delta\lambda_{0\max}} \\ &\text{pour } 0 \leq \Delta\lambda_t \leq \Delta\lambda_w \text{ et} \\ D_m(\Delta\lambda_t) &= D_{\max} + S_{0\max} (\Delta\lambda_t - \Delta\lambda_w) \\ &\text{pour } \Delta\lambda_w \leq \Delta\lambda_t \leq 50 \text{ nm} \end{aligned}$$

avec  $D_{\max} = D_m(\Delta\lambda_w)$ . La Figure 1 illustre schématiquement cette spécification:



**Figure 1/G.653 – Valeur absolue maximale du coefficient de dispersion**

Pour la présente Recommandation, les spécifications concernant le coefficient de dispersion sont les suivantes:

$$\Delta \lambda_{0\max} \leq 50 \text{ nm}$$

$$S_{0\max} \leq 0,085 \text{ ps}/(\text{nm}^2 \cdot \text{km})$$

$$D_{\max} = 3,5 \text{ ps}/(\text{nm} \cdot \text{km}) \text{ entre } 1525 \text{ et } 1575 \text{ nm}$$

$$\Delta \lambda_w = 25 \text{ nm}$$

NOTE 1 – Les valeurs ci-dessus ont été spécifiées à titre provisoire afin de guider les concepteurs de fibres et de systèmes. L'amélioration des caractéristiques de dispersion des fibres dans la fenêtre des fréquences de travail pourra nécessiter dans le futur un complément d'étude et des compromis entre les valeurs de  $\Delta\lambda_{0\max}$  et  $S_{0\max}$ .

NOTE 2 – Il n'est pas nécessaire de mesurer le coefficient de dispersion chromatique de manière systématique.

### 6.3 Coefficient de dispersion de mode de polarisation

A l'étude.

NOTE – Les câbles à fibres optiques visés para la présente Recommandation ont un coefficient de dispersion de mode de polarisation (PMD, *polarization mode dispersion*) inférieur à  $0,5 \text{ ps}/\text{km}^{1/2}$ , ce qui correspond à une distance de transmission limite para la PMD de 400 km environ pour les systèmes STM-64.

Les systèmes dont le produit débit-distance est inférieur peuvent tolérer des valeurs de coefficient PMD plus élevées sans dégradation.

## 7 Sections élémentaires de câble

Une section élémentaire de câble comprend généralement un certain nombre de tronçons à longueur de livraison épissurés. Les spécifications portant sur les tronçons à longueur de livraison sont données au paragraphe 6. Les caractéristiques de transmission des sections de câbles élémentaires doivent tenir compte non seulement des caractéristiques de fonctionnement des divers tronçons de câble, mais aussi, entre autres facteurs, des pertes par épissurage et des pertes dues aux connecteurs (le cas échéant).

De plus, les caractéristiques de transmission des tronçons de fibres à longueur de livraison tout autant que celles des différents éléments tels que les épissures, les connecteurs, etc., obéiront à certaines distributions probabilistes dont il faudra souvent tenir compte lors de la conception de systèmes suivant le critère du moindre coût. Il faudra donc lire les sous-paragraphe suivants en gardant à l'esprit la nature statistique de ces différents paramètres.

### 7.1 Affaiblissement

L'affaiblissement  $A$  d'une section élémentaire de câble est donné par la formule suivante:

$$A = \sum_{n=1}^m \alpha_n \cdot L_n + \alpha_s \cdot \chi + \alpha_c \cdot y$$

où:

$\alpha_n$  = affaiblissement linéique de la  $n^{\text{e}}$  fibre dans une section élémentaire de câble;

$L_n$  = longueur de  $n^{\text{e}}$  fibre;

$m$  = nombre total de fibres concaténées dans la section élémentaire de câble;

$\alpha_s$  = affaiblissement d'épissurage moyen;

$\chi$  = nombre d'épissures dans la section élémentaire de câble;

$\alpha_c$  = affaiblissement moyen dû aux connecteurs de ligne;

$y$  = nombre de connecteurs de ligne dans la section élémentaire de câble (s'il y a lieu).

Il faut prévoir une certaine marge pour le câble afin de tenir compte des modifications futures de la configuration du câble (épissures supplémentaires, ajout de tronçons supplémentaires, effets du vieillissement, variations de température, etc.). La formule ci-dessus n'inclut pas de pertes dues aux connecteurs des équipements.

L'affaiblissement moyen est utilisé pour l'affaiblissement des épissures et des connecteurs. Le bilan d'affaiblissement qui sert à la conception d'un système réel doit tenir compte des variations statistiques de ces différents paramètres.

### 7.2 Dispersion chromatique

La dispersion chromatique, en picosecondes, peut être calculée à partir des coefficients de dispersion chromatique des tronçons à longueur de livraison, en supposant une relation linéaire avec la longueur, et en tenant compte du signe des coefficients et des caractéristiques de la source du système (voir 6.2).



## SERIES 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	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, de télégraphie, de télécopie, circuits téléphoniques 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 pour données et communication entre systèmes ouverts
Série Z	Langages de programmation