



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

CCITT

COMITÉ CONSULTATIF
INTERNATIONAL
TÉLÉGRAPHIQUE ET TÉLÉPHONIQUE

G.653

(11/1988)

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

Equipements de test
Caractéristiques des supports de transmission
Câbles à fibres optiques

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

Réédition de la Recommandation du CCITT G.653 publiée
dans le Livre Bleu, Fascicule III.3 (1988)

NOTES

1 La Recommandation G.653 du CCITT a été publiée dans le fascicule III.3 du Livre Bleu. Ce fichier est un extrait du Livre Bleu. La présentation peut en être légèrement différente, mais le contenu est identique à celui du Livre Bleu et les conditions en matière de droits d'auteur restent inchangées (voir plus loin).

2 Dans la présente Recommandation, le terme «Administration» désigne indifféremment une administration de télécommunication ou une exploitation reconnue.

Recommandation G.653

CARACTÉRISTIQUES DES CÂBLES À FIBRES OPTIQUES MONOMODES À DISPERSION DÉCALÉE

(Melbourne, 1988)

Le CCITT,

considérant

(a) que les câbles à fibres optiques à dispersion décalée vont être largement utilisés dans les réseaux de télécommunications;

(b) que les applications prévues peuvent demander de nombreuses sortes de fibres monomodes se différenciant par la longueur d'onde de fonctionnement, les caractéristiques géométriques et optiques, l'affaiblissement, la dispersion et les autres caractéristiques de transmission,

recommande

d'optimiser une fibre monomode à dispersion décalée dont la longueur d'onde de dispersion nulle se situe au voisinage de 1550 nm, en vue de l'utiliser aux longueurs d'ondes voisines de 1550 nm. Cette fibre peut aussi être utilisée au voisinage de 1300 nm sous réserve des restrictions dont la présente Recommandation donne un bref aperçu.

Les caractéristiques géométriques, optiques et de transmission de cette fibre sont décrites ci-après.

La signification des termes utilisés est donnée dans l'annexe A à la Recommandation G.652 et les directives à suivre lors des mesures destinées à vérifier les diverses caractéristiques sont données dans l'annexe B à la Recommandation G.652. Les caractéristiques de cette fibre et les valeurs pertinentes seront affinées au fur et à mesure des progrès accomplis dans les études et de l'expérience acquise.

1 Caractéristiques des fibres

Seules les caractéristiques des fibres offrant un cadre de conception essentiel minimal pour la fabrication des fibres sont recommandées au § 1. Parmi ces caractéristiques, la longueur d'onde de coupure des fibres câblées peut être considérablement affectée par la fabrication ou l'installation des câbles. Sinon, les caractéristiques recommandées s'appliqueront 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.

1.1 *Diamètre du champ de mode*

La valeur nominale du diamètre du champ de mode à 1550 nm doit se situer entre 7 et 8,3 μm . L'écart sur cette valeur ne doit pas dépasser $\pm 10\%$ de la valeur nominale.

Remarque 1 – Le choix d'une valeur entre 7 μm et 8,3 μm n'est pas nécessairement lié à un type de fibre bien précis.

Remarque 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 binaire de fonctionnement que de la structure spécifique de la fibre.

Remarque 3 – Tous les points qui précèdent doivent être examinés plus à fond.

1.2 *Diamètre de la gaine*

La valeur nominale recommandée pour le diamètre de la gaine est de 125 μm . L'écart sur cette valeur ne doit pas dépasser $\pm 2,4\%$ ($\pm 3 \mu\text{m}$).

Pour certaines techniques particulières de raccordement et pour certaines spécifications portant sur les pertes aux raccordements, on pourra fixer d'autres tolérances.

1.3 *Erreur de concentricité du champ de mode*

L'erreur de concentricité du champ de mode recommandée à 1550 nm ne doit pas dépasser 1 μm .

Remarque – 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 µm.

1.4 *Non-circularité*

1.4.1 *Non-circularité du champ de mode*

Dans la pratique, la non-circularité du champ de mode des fibres ayant des champs de mode nominalement circulaires est suffisamment faible pour ne pas affecter la propagation et le raccordement. Il n'est 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.

1.4.2 *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.

1.5 *Longueur d'onde de coupure*

A l'étude.

1.6 *Comportement à la courbure à 1550 nm*

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

Remarque 1 – Un essai de qualification peut suffire à assurer le respect de cette condition.

Remarque 2 – La valeur susmentionnée de 100 tours correspond au nombre approximatif de tours que comportent toutes les épissures reliant deux répéteurs. 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.

Remarque 3 – Si, pour des raisons pratiques, on décide d'effectuer cet essai avec moins de 100 tours, il est conseillé de ne pas descendre en dessous de 40 tours et d'utiliser un accroissement de l'affaiblissement proportionnellement plus petit.

Remarque 4 – Si l'on envisage d'utiliser au niveau des épissures ou en d'autres endroits du système des rayons de courbure d'une dimension inférieure à 37,5 mm (par exemple, R = 30 mm), il est conseillé d'appliquer la même valeur d'affaiblissement de 0,5 dB à 100 tours d'une fibre mise en place avec ce rayon plus petit.

Remarque 5 – La Recommandation relative à l'affaiblissement dû à la courbure à 1550 nm se rapporte à la mise en place de fibres dans les installations de fibres monomodes effectuées dans la pratique. L'influence des rayons de courbure liés à la configuration des fibres monomodes câblées sur le niveau d'affaiblissement est incluse dans la spécification relative à l'affaiblissement de la fibre câblée.

Remarque 6 – Dans le cas où des essais périodiques sont nécessaires, un mandrin de petit diamètre avec un ou plusieurs tours peut être utilisé au lieu de l'essai à 100 tours par souci de précision et pour faciliter la mesure de la sensibilité de courbure à 1550 nm. Dans ce cas, le diamètre du mandrin, le nombre de tours et la valeur maximale admissible d'affaiblissement dû à la courbure pour l'essai à plusieurs tours doivent être choisis de manière à correspondre à la Recommandation relative à l'affaiblissement de 0,5 dB de l'essai fonctionnel à 100 tours avec un rayon de 37,5 mm.

1.7 *Propriétés matérielles des fibres*

1.7.1 *Matériaux composant les fibres*

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

Remarque – Il pourra être nécessaire de prendre des précautions pour le raccordement par fusion de fibres constituées de différents matériaux. Les résultats provisoires 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.

1.7.2 *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.

1.8 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 de la Recommandation G.651.

2 Spécifications relatives à la longueur de fabrication

Les caractéristiques géométriques et optiques des fibres indiquées au § 1 n'étant que peu affectées par le processus de câblage, on trouvera dans le présent § 2 des recommandations portant essentiellement sur les caractéristiques de transmission des longueurs de fabrication câblées.

Les conditions ambiantes et les conditions de mesure, très importantes, sont décrites dans les directives relatives aux méthodes de mesure.

2.1 Affaiblissement linéique

Les câbles à fibres optiques dont traite la présente Recommandation ont généralement des affaiblissements linéiques inférieurs à 0,5 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 1 dB/km dans cette région.

Remarque – 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 au voisinage de 1550 nm ont été obtenues.

2.2 Coefficient de dispersion chromatique

A l'étude.

Remarque 1 – Le coefficient de dispersion chromatique maximal des fibres monomodes dont traite la présente Recommandation doit être le suivant:

Longueur d'onde (nm)	Coefficient de dispersion chromatique maximal [ps/(nm.km)]
1525-1575	3,5
au voisinage de 1300 nm	à l'étude

Remarque 2 – La valeur de 3,5 ps/(nm · km) permet des longueurs de section limitées par l'affaiblissement à 560 Mbit/s, par l'utilisation de lasers multimode longitudinaux appropriés et d'un codage de ligne adéquat.

Remarque 3 – Pour les systèmes de plus grande capacité (plus de 560 Mbit/s) ou de plus grande longueur, une longueur d'onde de fonctionnement plus proche de la longueur d'onde de dispersion nulle doit être utilisée (à moins que des diodes lasers monomodes longitudinales ne soient utilisées). Il se peut qu'il faille alors spécifier d'autres paramètres pour les fibres (longueur d'onde de dispersion nulle, pente de dispersion, par exemple). Il est nécessaire d'effectuer de nouvelles études pour préciser ces paramètres.

Remarque 4 – Il n'est pas nécessaire de mesurer le coefficient de dispersion chromatique de manière systématique.

3 Sections élémentaires de câble

Une section élémentaire de câble comprend habituellement un certain nombre de longueurs de fabrication épissurées. Les spécifications portant sur les longueurs de fabrication sont données au § 2 de la présente Recommandation. Les paramètres de transmission des câbles élémentaires doivent tenir compte non seulement des caractéristiques de fonctionnement des diverses longueurs de câble, mais aussi, entre autres facteurs, des pertes par épissurage et des pertes dues au connecteur (le cas échéant).

3.1 *Affaiblissement*

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

$$A = \sum_{n=1}^m a_n \cdot L_n + a_s \cdot X + a_c \cdot y$$

où

a_n = affaiblissement linéique de la n ième fibre dans une section élémentaire de câble,

L_n = longueur de n ième fibre,

m = nombre total de fibres groupées dans la section élémentaire de câble,

a_s = affaiblissement d'épissurage moyen,

X = nombre d'épissures dans la section élémentaire de câble,

a_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 marge de câble appropriée pour tenir compte des modifications futures des configurations de câble (épissures supplémentaires, longueurs supplémentaires, effets du vieillissement, variations de température, etc.). La formule ci-dessus n'inclut pas l'affaiblissement dû aux connecteurs d'équipement.

L'affaiblissement d'épissurage moyen est utilisé pour prévoir la valeur la plus probable de A . Le bilan d'affaiblissement qui sert à la conception d'un système utilisé dans la pratique doit tenir compte des variations statistiques des pertes dues au câble et aux épissurages.

3.2 *Dispersion chromatique*

La dispersion chromatique, en ps, peut être calculée à partir des coefficients de dispersion chromatique des longueurs de fabrication, en supposant une relation linéaire avec la longueur, et en tenant expressément compte du signe des coefficients et des caractéristiques de la source du système (voir le § 2.2).

ANNEXE A

(à la Recommandation G.653)

Signification des termes utilisés dans la présente Recommandation

La plupart des définitions contenues dans l'annexe A à la Recommandation G.652 sont en principe applicables aux fibres à dispersion décalée. En raison de l'expérience limitée avec ce type de fibres, il est nécessaire d'examiner plus à fond la pertinence de certaines définitions.

ANNEXE B

(à la Recommandation G.653)

Méthodes de mesure pour les fibres monomodes à dispersion décalée

L'expérience actuelle en matière de fibres monomodes à dispersion décalée est plutôt limitée; par conséquent, les méthodes de mesure de référence et de remplacement pour ce type de fibres doivent faire l'objet d'un complément d'étude. Toutefois, la plupart des méthodes de mesure décrites dans l'annexe B à la Recommandation G.652 sont en principe applicables aussi aux fibres à dispersion décalée. C'est pourquoi la présente annexe mentionne les méthodes de mesure correspondantes de l'annexe B à la Recommandation G.652; les particularités de chaque méthode de mesure doivent faire l'objet d'un complément d'étude. Il convient de noter que la longueur d'onde de fonctionnement pour les fibres de la Recommandation G.653 se situe au voisinage de 1550 nm.

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

CONNEXIONS ET CIRCUITS TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX

Définitions générales	G.100–G.109
Généralités sur la qualité de transmission d'une connexion téléphonique internationale complète	G.110–G.119
Caractéristiques générales des systèmes nationaux participant à des connexions internationales	G.120–G.129
Caractéristiques générales d'une chaîne 4 fils formée par des circuits internationaux et leurs prolongements nationaux	G.130–G.139
Caractéristiques générales d'une chaîne 4 fils de circuits internationaux; transit international	G.140–G.149
Caractéristiques générales des circuits téléphoniques internationaux et des circuits nationaux de prolongement	G.150–G.159
Dispositifs associés aux circuits téléphoniques à grande distance	G.160–G.169
Aspects liés au plan de transmission dans les connexions et circuits spéciaux utilisant le réseau de communication téléphonique international	G.170–G.179
Protection et rétablissement des systèmes de transmission	G.180–G.189
Outils logiciels pour systèmes de transmission	G.190–G.199

SYSTÈMES INTERNATIONAUX ANALOGIQUES À COURANTS PORTEURS

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES COMMUNES À TOUS LES SYSTÈMES ANALOGIQUES À COURANTS PORTEURS

Définitions et considérations générales	G.210–G.219
Recommandations générales	G.220–G.229
Équipements de modulation communs aux divers systèmes à courants porteurs	G.230–G.239
Emploi de groupes primaires, secondaires, etc.	G.240–G.299

CARACTÉRISTIQUES INDIVIDUELLES DES SYSTÈMES TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX À COURANTS PORTEURS SUR LIGNES MÉTALLIQUES

Systèmes à courants porteurs sur paires symétriques non chargées, organisés en groupes primaires et secondaires	G.320–G.329
Systèmes à courants porteurs sur paires coaxiales de 2,6/9,5 mm	G.330–G.339
Systèmes à courants porteurs sur paires coaxiales de 1,2/4,4 mm	G.340–G.349
Recommandations complémentaires relatives aux systèmes en câble	G.350–G.399

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES SYSTÈMES TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX HERTZIENS OU À SATELLITES ET INTERCONNEXION AVEC LES SYSTÈMES SUR LIGNES MÉTALLIQUES

Recommandations générales	G.400–G.419
Interconnexion de faisceaux avec les systèmes à courants porteurs sur lignes métalliques	G.420–G.429
Circuits fictifs de référence	G.430–G.439
Bruit de circuit	G.440–G.449

COORDINATION DE LA RADIODÉLÉPHONIE ET DE LA TÉLÉPHONIE SUR LIGNES

Circuits radiotéléphoniques	G.450–G.469
Liaisons avec les stations mobiles	G.470–G.499

EQUIPEMENTS DE TEST

CARACTÉRISTIQUES DES SUPPORTS DE TRANSMISSION

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

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

SÉRIES DES RECOMMANDATIONS UIT-T

Série A	Organisation du travail de l'UIT-T
Série B	Moyens d'expression: définitions, symboles, classification
Série C	Statistiques générales des télécommunications
Série D	Principes généraux de tarification
Série E	Exploitation générale du réseau, service téléphonique, exploitation des services et facteurs humains
Série F	Services de télécommunication non téléphoniques
Série G	Systemes et supports de transmission, systemes et reseaux numériques
Série H	Systemes audiovisuels et multimédias
Série I	Reseau 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 de données et communication entre systèmes ouverts
Série Y	Infrastructure mondiale de l'information et protocole Internet
Série Z	Langages et aspects informatiques généraux des systèmes de télécommunication