



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

L.26

(12/2002)

SÉRIE L: CONSTRUCTION, INSTALLATION ET
PROTECTION DES CÂBLES ET AUTRES ÉLÉMENTS
DES INSTALLATIONS EXTÉRIEURES

**Câbles à fibres optiques pour installations
aériennes**

Recommandation UIT-T L.26

Recommandation UIT-T L.26

Câbles à fibres optiques pour installations aériennes

Résumé

La présente Recommandation décrit les caractéristiques, la construction et les méthodes d'essai des câbles à fibres optiques pour installations aériennes, mais ne s'appliquent pas aux câbles de garde à fibres optiques (OPGW, *optical fibre ground wire*): elle décrit d'abord les caractéristiques que devrait posséder un câble pour qu'une fibre optique montre une performance suffisante, puis la méthode d'essai destinée à vérifier que le câble possède les caractéristiques requises. Les conditions exigées pouvant différer selon le lieu d'installation, le détail des conditions d'expérience doit être arrêté entre l'utilisateur et le fournisseur en fonction de l'environnement où sera utilisé le câble.

Source

La Recommandation L.26 de l'UIT-T, révisée par la Commission d'études 6 (2001-2004) de l'UIT-T, a été approuvée le 22 décembre 2002 selon la procédure définie dans la Résolution 1 de l'AMNT.

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.

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 2003

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

TABLE DES MATIÈRES

	Page
1	Domaine d'application 1
2	Références..... 1
2.1	Références normatives..... 1
2.2	Références informatives 2
3	Termes et définitions 2
4	Abréviations..... 3
5	Caractéristiques des fibres optiques et des câbles 3
5.1	Caractéristiques des fibres optiques 3
5.1.1	Caractéristiques de transmission 3
5.1.2	Microcourbure de fibres 3
5.1.3	Macrocourbure de fibres..... 3
5.2	Caractéristiques mécaniques 4
5.2.1	Courbure 4
5.2.2	Résistance à la traction 4
5.2.3	Ecrasement et chocs 4
5.2.4	Torsion..... 4
5.3	Conditions environnementales 4
5.3.1	Hydrogène 4
5.3.2	Perméabilité à l'humidité 5
5.3.3	Pénétration d'eau..... 5
5.3.4	Foudre..... 5
5.3.5	Dégradations dus à des éléments biotiques 5
5.3.6	Vibrations 5
5.3.7	Variations de température..... 5
5.3.8	Vent 6
5.3.9	Neige et givre 6
5.3.10	Champs électriques de forte intensité..... 6
6	Structure du câble 6
6.1	Gainage des fibres 7
6.1.1	Gaine optique..... 7
6.1.2	Gainage secondaire..... 7
6.1.3	Identification des fibres 7
6.1.4	Amovibilité du revêtement 7
6.2	Éléments du câble..... 7
6.2.1	Câbles à rubans..... 8
6.2.2	Jonc rainuré 8

	Page
6.2.3 Tube.....	8
6.2.4 Filin porteur.....	8
6.2.5 Matériaux d'étanchéité.....	8
6.3 Gaine.....	9
6.4 Armure.....	9
6.5 Identification du câble.....	9
7 Méthodes d'essai.....	9
7.1 Méthodes d'essai des différents éléments du câble.....	9
7.1.1 Essais applicables aux fibres optiques.....	9
7.1.2 Essais applicables aux tubes.....	10
7.1.3 Essais applicables aux rubans.....	10
7.2 Méthodes d'essai pour les caractéristiques mécaniques du câble.....	10
7.2.1 Résistance à la traction.....	10
7.2.2 Courbure.....	11
7.2.3 Courbure sous traction (test passage sur poulies).....	11
7.2.4 Ecrasement.....	11
7.2.5 Résistance à l'abrasion.....	11
7.2.6 Torsion.....	11
7.2.7 Chocs.....	11
7.2.8 Pliage.....	11
7.2.9 Flexions répétées.....	11
7.3 Méthodes d'essai pour les caractéristiques environnementales.....	12
7.3.1 Cycles thermiques.....	12
7.3.2 Pénétration d'eau longitudinalement (pour câbles remplis uniquement).....	12
7.3.3 Hydrogène.....	12
7.3.4 Rayonnements nucléaires.....	12
7.3.5 Vibrations éoliennes.....	12
7.3.6 Résistance aux ultraviolets.....	12
7.3.7 Cheminements sur gaine.....	13
7.3.8 Plombs de chasse.....	13
7.3.9 Foudre.....	13

Recommandation UIT-T L.26

Câbles à fibres optiques pour installations aériennes

1 Domaine d'application

La présente Recommandation:

- se rapporte aux câbles à fibres optiques monomodes à utiliser pour les réseaux de télécommunication dans les applications aériennes des installations extérieures;
- traite des caractéristiques mécaniques et environnementales des câbles aériens à fibres optiques (avec ou sans filin porteur).

Les caractéristiques physiques et électriques des fibres optiques, ainsi que les méthodes d'essai correspondantes, doivent être conformes aux Recommandations UIT-T G.651, G.652, G.653, G.654 et G.655, qui traitent soit des fibres optiques multimodes à gradient d'indice, soit des fibres optiques monomodes;

- traite des aspects fondamentaux relatifs aux câbles à fibres optiques, du point de vue mécanique et du point de vue environnemental;
- tient compte du fait que certains câbles à fibres optiques peuvent contenir des éléments métalliques, pour lesquels il faut consulter le Manuel UIT-T intitulé *Technologies des installations extérieures appliquées aux réseaux publics* (voir la Rec. UIT-T L.1) ainsi que d'autres Recommandations de la série L et de la série K (comme la Rec. UIT-T K.25);
- traite des câbles traités contre la pénétration d'eau et faisant appel à des gelées de remplissage et/ou à des matériaux hydro-expansibles;
- part du principe que les fibres sont épissurées ensemble ou connectées au moyen de connecteurs.

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 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.

2.1 Références normatives

- [1] Recommandation UIT-T G.650.1 (2002), *Définitions et méthodes de test applicables aux attributs linéaires déterministes des fibres et câbles optiques monomodes.*
- [2] Recommandation UIT-T G.650.2 (2002), *Définitions et méthodes de test applicables aux attributs statistiques et non linéaires des fibres et câbles optiques monomodes.*
- [3] Recommandation UIT-T G.651 (1998), *Caractéristiques d'un câble à fibres optiques multimodes à gradient d'indice (50/125 μm).*
- [4] Recommandation UIT-T G.652 (2000), *Caractéristiques des câbles à fibres optiques monomodes.*
- [5] Recommandation UIT-T G.653 (2000), *Caractéristiques des câbles à fibres optiques monomodes à dispersion décalée.*

- [6] Recommandation UIT-T G.654 (2002), *Caractéristiques des câbles et fibres optiques monomodes à longueur d'onde de coupure décalée.*
- [7] Recommandation UIT-T G.655 (2000), *Caractéristiques des câbles à fibres optiques monomodes à dispersion décalée non nulle.*
- [8] Recommandation UIT-T K.25 (2000), *Protection des câbles à fibres optiques.*
- [9] Recommandation UIT-T K.29 (1992), *Dispositions de protection coordonnée pour les câbles de télécommunication souterrains.*
- [10] Recommandation UIT-T K.47 (2000), *Protection des lignes de télécommunication à conducteurs métalliques contre les décharges directes de foudre.*
- [11] Recommandation UIT-T L.1 (1988), *Construction, installation et protection des câbles de télécommunications dans les réseaux publics.*
- [12] Recommandation UIT-T L.46 (2000), *Protection des câbles et des installations de télécommunication contre les agressions biologiques.*
- [13] CEI 60793-1:2001, *Fibres optiques – Partie 1: Méthodes de mesure et procédures d'essai.*
- [14] CEI 60793-2:2001, *Fibres optiques – Partie 2: Spécifications de produits.*
- [15] CEI 60794-1-1:2001, *Câbles à fibres optiques – Partie 1-1: Spécification générique – Généralités.*
- [16] CEI 60794-1-2:1999, *Câbles à fibres optiques – Partie 1-2: Spécification générique – Procédures de base applicables aux essais des câbles optiques.*
- [17] CEI 60794-3:2001, *Câbles à fibres optiques – Partie 3: Spécification intermédiaire – Câbles extérieurs.*

2.2 Références informatives

- [1] Recommandation UIT-T L.1 (1988), *Construction, installation et protection des câbles de télécommunications dans les réseaux publics.*
- [2] Recommandation UIT-T L.10 (2002), *Câbles à fibres optiques pour utilisations sous conduites ou en galeries.*
- [3] CEI 60708-1:1981, *Câbles pour basses fréquences à isolation polyoléfine et gaine polyoléfine à barrière d'étanchéité. Première partie: Constitution générale et prescriptions.*
- [4] Recommandation UIT-T L.43 (2002), *Câbles à fibres optiques pour installations enterrées.*

3 Termes et définitions

Les définitions données dans les Recommandations UIT-T G.650.1, G.650.2 et G.651 s'appliquent à l'objet de la présente Recommandation.

3.1 autoporteur entièrement diélectrique (ADSS, *all dielectric self-supporting*): où les brins de tension sont constitués d'une armature non métallique (par exemple des fils d'aramide, des matériaux armés de fibres de verre ou des armatures diélectriques équivalentes) placée sous la gaine plastique ou à l'intérieur de celle-ci; la forme extérieure est circulaire.

3.2 câble autoporteur (SS, *self-supporting*): câbles dont la gaine comporte un élément porteur métallique ou non, et qui a une section en "8".

3.3 câble lié: câble non métallique attaché sur un filin porteur distinct à l'aide d'un fil métallique enroulé ou de clips spéciaux préformés en spirale.

3.4 tension maximale admissible (MAT, *maximum allowable tension*): charge de tension maximale pouvant être appliquée au câble sans en compromettre les caractéristiques sous tension (caractéristiques optiques, contraintes maximales appliquées aux fibres).

3.5 résistance en tension de référence (RTS, *rated tensile strength*): somme du produit des sections nominales transversale par la tension de résistance minimale par le facteur de toronnage pour l'ensemble des éléments porteurs de la structure du câble.

3.6 marge d'allongement: élongation maximale que le câble peut supporter sans contrainte longitudinale sur les fibres optiques.

3.7 mouvement différentiel des composants du câble: déplacement relatif des différents éléments du câble les uns par rapport aux autres; ce déplacement peut être soit réversible, soit irréversible. Il peut être dû à une variation de température ou de tension: un exemple en est la "protubérance des fibres", les différentes fibres commençant à ressortir, de l'extrémité de la gaine.

4 Abréviations

La présente Recommandation utilise les abréviations suivantes:

SZ câblage SZ (*reverse oscillating stranding*)

UV rayons ultraviolets (*ultraviolet ray*)

5 Caractéristiques des fibres optiques et des câbles

5.1 Caractéristiques des fibres optiques

Il conviendrait d'utiliser les fibres optiques décrites dans les Recommandations UIT-T G.651, G.652, G.653, G.654 ou G.655.

5.1.1 Caractéristiques de transmission

Les caractéristiques types de transmission de chaque type de fibre optique sont décrites dans la Recommandation correspondante. Sauf avis contraire des utilisateurs de ces Recommandations en particulier, les valeurs indiquées sont données pour un câble à fibres optiques.

5.1.2 Microcourbure de fibres

Une microcourbure est un cintrage important d'une fibre optique assorti d'un déplacement axial de quelques microns sur de courtes distances locales, dû à des efforts latéraux appliqués le long de la fibre. Ce phénomène peut être provoqué par des contraintes de fabrication et d'installation ainsi que par des variations dimensionnelles des matériaux du câble, dues à des variations de température en cours d'exploitation.

Les microcourbures peuvent entraîner un accroissement de l'affaiblissement optique. Afin de réduire l'affaiblissement par microcourbures, il faut éliminer la contrainte appliquée aléatoirement le long de la fibre, lors de l'insertion de cette fibre dans le câble ainsi que pendant et après la pose du câble.

5.1.3 Macrocourbure de fibres

Une macrocourbure est le cintrage d'une fibre optique qui résulte de la fabrication et de la pose du câble, dont le rayon est important par rapport au diamètre de la fibre.

Les macrocourbures peuvent entraîner un accroissement de l'affaiblissement optique. Celui-ci est inversement proportionnel au rayon de courbure de la fibre. Les macrocourbures ne sont pas assez sévères pour augmenter de façon notable l'affaiblissement optique.

5.2 Caractéristiques mécaniques

5.2.1 Courbure

Dans les conditions dynamiques présentes lors de l'installation, la fibre peut être soumise à des contraintes dues aussi bien à la traction qu'au cintrage du câble. Les renforts de traction insérés dans le câble et les rayons de courbure à l'installation doivent être choisis de façon que cette combinaison de contraintes dynamiques soit limitée à des valeurs inférieures au maximum admissible qui est spécifié pour les efforts sur fibre, afin que la durée de vie prévue pour la fibre ne soit pas réduite.

Les rayons de courbure de fibre après pose du câble doivent être assez grands pour ne pas provoquer d'affaiblissement par macrocourbure.

5.2.2 Résistance à la traction

Le câble à fibres optiques est soumis à un effort de courte durée lors de sa fabrication et de sa pose. Il pourra s'agir d'une charge statique continue et/ou d'une charge périodique en cours de fonctionnement (par exemple variation de température). Une charge continue, jusqu'aux limites du câble, peut être présente pendant toute la durée de vie de celui-ci. L'effort sur les fibres peut être dû à la traction, à la torsion, à la courbure et au fluage se produisant en raison de la masse du câble, de son installation et/ou du type d'installation aérienne et/ou des conditions climatiques, telles que le vent et/ou le givre ou la température. Des modifications de la tension du câble, dues aux divers facteurs auxquels ce dernier est soumis pendant sa durée de vie, peuvent provoquer le mouvement différentiel de ses éléments; ce phénomène doit être pris en considération au stade de la conception du câble.

Pour définir les caractéristiques de tension, il convient de prendre en considération la tension maximale admissible, la résistance nominale à la traction et la marge de déformation.

NOTE – Lorsqu'un câble est soumis à un effort permanent au cours de sa durée de vie en exploitation, il est préférable que la fibre ne subisse pas de contrainte supplémentaire.

5.2.3 Ecrasement et chocs

Le câble peut être soumis à des épreuves d'écrasement et de choc, aussi bien lors de son installation que pendant sa vie utile.

L'écrasement et le choc peuvent augmenter l'affaiblissement optique (de manière permanente ou pendant la durée d'application de la contrainte). Une contrainte excessive peut conduire à une rupture de fibre.

Les câbles à structure autoporteuse doivent être en mesure de supporter les effets de compression sans accroissement d'affaiblissement optique.

5.2.4 Torsion

Dans les conditions dynamiques présentes lors de l'installation et de l'exploitation, le câble peut être soumis à un effort de torsion se traduisant par une contrainte résiduelle sur les fibres et/ou par un endommagement de la gaine. Si tel est le cas, la conception du câble doit permettre un nombre spécifié de torsions du câble par unité de longueur, sans accroissement de l'affaiblissement optique ni endommagement de la gaine. Les valeurs maximales des contraintes résiduelles à prévoir, dues à la torsion, à la traction et à la courbure, doivent être utilisées pour spécifier la limite de contrainte exercée à long terme sur la fibre.

5.3 Conditions environnementales

5.3.1 Hydrogène

De l'hydrogène peut être libéré en présence d'humidité et d'éléments métalliques. Ce gaz peut diffuser dans le verre de silice et augmenter l'affaiblissement optique. Il est recommandé que la

concentration d'hydrogène dans le câble, due à ses éléments constitutifs, soit assez faible pour garantir que les effets à long terme sur l'accroissement de l'affaiblissement optique seront acceptables. La méthode d'estimation de la concentration d'hydrogène dans les câbles optiques est indiquée dans la Rec. UIT-T L.27.

Pour de plus amples informations, se reporter à la Publication 60794-1-1 de la CEI, Annexe D.

5.3.2 Perméabilité à l'humidité

Dans le cas d'une installation aérienne, l'humidité ne constitue pas normalement un problème important.

5.3.3 Pénétration d'eau

Dans le cas de détérioration de la gaine du câble ou d'un boîtier de raccordement, une pénétration longitudinale d'eau peut se produire dans l'âme d'un câble ou entre ses gaines. La pénétration d'eau produit un effet similaire à celui de l'humidité. La pénétration longitudinale d'eau doit être réduite au minimum, voire si possible, empêchée; pour ce faire, on a recours à des techniques comme par exemple remplir l'âme du câble complètement d'une gelée ou d'une poudre d'étanchéité ou encore de matériaux hydro-expansibles (par exemple, minces rubans d'étanchéité, mèches, ..), sinon, en injectant à l'intérieur du câble un gaz sec sous pression. L'eau présente dans le câble peut geler dans certaines conditions et peut provoquer un écrasement des fibres, avec augmentation concomitante de l'affaiblissement optique et rupture de fibre éventuelle.

5.3.4 Foudre

Les câbles à fibres optiques contenant des éléments métalliques tels que des paires de fils en cuivre conventionnelles ou un écran métallique sont susceptibles d'être atteints par des chocs de foudre.

Pour prévenir ou minimiser les dégradations dues à la foudre, il convient d'appliquer les Recommandations UIT-T K.25, K.29 et K.47.

Un câble entièrement diélectrique peut minimiser le risque de dégradations dues à la foudre.

5.3.5 Dégradations dus à des éléments biotiques

La faible taille d'un câble à fibres optiques la rend plus vulnérable aux attaques de rongeurs, d'oiseaux et d'insectes. Lorsque les rongeurs ne peuvent pas être tenus à distance, il faut assurer une protection métallique ou non métallique spéciale. On trouvera de plus amples informations dans la Rec. UIT-T L.46 "Protection des câbles et des installations de télécommunication contre les agressions biologiques".

5.3.6 Vibrations

Des vibrations sont appliquées aux câbles aériens soit par un flux anémométrique laminaire provoquant un festonnage du côté abrité du câble (vibrations éoliennes) soit par des variations de la direction du vent par rapport à l'axe du câble (effet de galop). Une routine de surveillance bien établie identifiera les phénomènes afin de faire un choix précis du cheminement et des techniques de pose du câble et/ou des dispositifs anti-vibration.

5.3.7 Variations de température

Au cours de leur magasinage, de leur pose et de leur exploitation, les câbles peuvent être soumis à plusieurs variations de température. En général, les câbles aériens étant exposés à des variations de température plus importantes que les câbles souterrains, le problème revêt donc une très grande importance. La dilatation du câble à cause d'une variation thermique de grande amplitude peut entraîner une importante réduction de la distance de sécurité par rapport au sol, ou garde. La rétraction du câble à cause d'une variation vers l'extrémité inférieure du domaine de température peut faire en sorte que l'effort maximal de traction en service soit atteint. Dans ces circonstances, la variation d'affaiblissement optique doit être réversible et ne doit pas dépasser les limites spécifiées.

5.3.8 Vent

Les contraintes exercées sur les fibres peuvent être dues à la traction, à la torsion et aux vibrations apparaissant sous la pression du vent. Les contraintes dynamiques et résiduelles qui sont ainsi induites dans la fibre peuvent provoquer des ruptures de fibre en cas de dépassement de l'effort limite à long terme spécifié pour la fibre.

Pour réduire la contrainte induite sur la fibre par la pression du vent, le filin porteur doit être choisi de façon que cette contrainte soit limitée à des niveaux sûrs. La construction du câble peut aussi dissocier mécaniquement la fibre de la gaine afin de minimiser la contrainte. En variante, pour réduire la contrainte sur la fibre, le câble peut être ligaturé à un filin porteur de haute résistance.

Dans les installations aériennes, le vent peut provoquer des vibrations. Dans les installations en faisceaux et à toron porteur, un effet de galop peut se produire sur toute la portée du câble aérien. Dans ces circonstances, les câbles doivent être conçus et/ou installés de façon à garantir la stabilité des caractéristiques de transmission et des performances mécaniques. Les installations de câble doivent être conçues de façon à minimiser l'influence du vent.

5.3.9 Neige et givre

La contrainte sur fibre peut être due à un effort de traction apparaissant en présence d'une charge de neige et/ou d'une formation de givre autour du câble. La contrainte induite dans la fibre peut provoquer un affaiblissement optique excessif et une rupture de la fibre si la limite d'effort à long terme spécifiée pour la fibre est dépassée.

Une contrainte dynamique peut être induite dans la fibre par des vibrations causées par de la neige et/ou du givre tombant du câble aérien. Ce phénomène peut provoquer une rupture de fibre.

Sous charge de neige et/ou de givre, une contrainte excessive peut facilement être induite dans la fibre par la pression du vent.

Pour supprimer la contrainte sur fibre due à la charge de neige et/ou à la formation de givre, le filin porteur doit être choisi de façon que cette contrainte soit limitée à des niveaux sûrs et le profil du câble peut être choisi de façon à minimiser la charge de neige. En variante, on peut supprimer la contrainte sur fibre en ligaturant le câble sur un toron porteur de haute résistance. Le câble doit être conçu et installé de façon à garantir la stabilité des caractéristiques de transmission, de flèche/tension du câble, de fatigue du filin porteur et de charge de pylône/poteau.

5.3.10 Champs électriques de forte intensité

Les câbles aériens sans éléments métalliques qui sont posés dans l'environnement de lignes de transport d'énergie à haute tension sont sensibles à l'influence du champ électrique issu de ces lignes de transport, qui peut donner naissance à des phénomènes tels que l'effet couronne, la formation d'arcs et les cheminements sur la gaine du câble.

Pour éviter les détériorations, le câble optique doit être posé sur les lignes de transport d'énergie à l'endroit qui minimise l'intensité du champ électrique et/ou des matériaux spéciaux de gainage peuvent être utilisés, selon l'intensité du champ électrique. Le marquage de la gaine ne doit pas non plus provoquer de détérioration de la gaine dans ces circonstances.

6 Structure du câble

En vue d'une installation aérienne, on peut adopter une structure de câble particulière, par exemple un câble autoporteur, une structure autoporteuse entièrement diélectrique (ADSS, *all dielectric self-supporting*) ou un câble destiné à être ficelé.

6.1 Gainage des fibres

6.1.1 Gaine optique

Les fibres en silice ont par nature une haute résistance, mais celle-ci est diminuée par les défauts de surface. Une gaine optique doit donc être appliquée immédiatement après le tirage de la fibre à la dimension. Elle peut consister en plusieurs couches.

La fibre optique doit subir une épreuve de contrôle aux limites. Pour garantir la fiabilité à long terme dans les conditions de service, la charge limite d'épreuve peut être spécifiée compte tenu de la contrainte admissible et de la durée de vie requise.

Pour préparer la fibre à l'épissurage, il doit être possible d'éliminer la gaine optique sans endommager la fibre et sans utiliser de matériaux ou de méthodes considérés comme dangereux pour les biens ou les personnes.

La composition de la gaine optique, coloré au besoin, doit être examinée en fonction des prescriptions de l'équipement d'injection locale et de détection d'énergie lumineuse, utilisé dans le cadre des méthodes de raccordement de fibres.

NOTE 1 – Les fibres à gaine optique doivent normalement subir une épreuve de contrôle aux limites sous une contrainte équivalente à 1%. Pour certaines applications, un effort plus important peut être nécessaire pendant l'épreuve de contrôle.

NOTE 2 – Un complément d'étude est nécessaire pour recommander des méthodes d'essai appropriées au sujet de l'injection locale et de détection d'énergie lumineuse.

6.1.2 Gainage secondaire

En cas d'utilisation d'un gainage secondaire étanche, les conditions ci-après doivent être observées:

- le gainage doit pouvoir être retiré facilement pour pouvoir procéder à l'épissurage des fibres;
- le diamètre nominal doit être compris entre 800 et 900 μm , d'accord entre l'utilisateur et le fournisseur, avec une tolérance de $\pm 50 \mu\text{m}$. La non-concentricité entre la fibre et le gainage secondaire ne doit pas excéder 75 μm , sauf accord contraire conclu entre l'utilisateur et le fournisseur.

NOTE 1 – En cas d'utilisation d'un gainage étanche, il peut être difficile d'utiliser l'équipement d'injection et de détection locale d'énergie lumineuse qui est associé aux méthodes de raccordement de fibres.

NOTE 2 – Le couplage mécanique entre la fibre et le câble doit être étudié avec soin; en effet, à cause d'un couplage très faible, la fibre peut bouger pendant les opérations de pose, alors qu'à cause d'un couplage élevé, la fibre peut être soumise à de fortes contraintes lorsque le câble est cintré.

6.1.3 Identification des fibres

Les fibres doivent être faciles à identifier par leur couleur ou par leur position dans l'âme du câble. Si une méthode chromatique est utilisée, les couleurs doivent conserver leurs caractéristiques de tenue pigmentaire pendant la durée de vie du câble.

6.1.4 Amovibilité du revêtement

Les gaines primaires et secondaires doivent être faciles à retirer et ne doivent pas gêner les opérations d'épissurage ou d'adaptation des fibres à des connecteurs optiques.

6.2 Eléments du câble

La composition de l'âme du câble, en particulier le nombre de fibres, leur mode de protection et leur identification, l'emplacement des filins porteurs et des fils ou paires métalliques, le cas échéant, doivent être clairement définis.

6.2.1 Câbles à rubans

Câbles dans lequel les fibres optiques sont disposées en parallèle pour former des rubans, dont il existe deux types, suivant la méthode utilisée pour unir les fibres optiques: le premier est du type collé bord à bord et le deuxième est du type encapsulé (voir les Figures 1 et 2 ci-après). Dans le premier cas, les fibres optiques sont liées les unes aux autres, bord à bord, par une colle, alors que dans le deuxième cas, elles sont noyées dans un enduit. Dans un ruban, les fibres optiques restent parallèles et ne sont pas croisées. Dans un câble, chaque ruban est identifié par sa couleur, ou par une indication spécifique. Les rubans à fibres optiques sont spécifiés dans la Publication 60794-3 de la CEI.

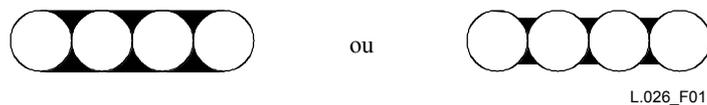


Figure 1/L.26 – Section droite d'un ruban de type bord à bord

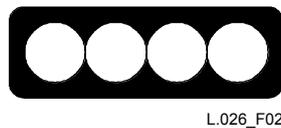


Figure 2/L.26 – Section droite d'un ruban de type encapsulé

6.2.2 Jonc rainuré

Pour éviter que les fibres optiques subissent une pression directe depuis l'extérieur du câble, les fibres optiques et/ou les rubans sont déposés dans des rainures, normalement ménagées dans une configuration hélicoïdale ou de type SZ sur un jonc cylindrique. Le jonc rainuré contient normalement un élément porteur, l'un et l'autre devant être intimement unis pour obtenir une stabilité en température et éviter toute séparation lors de l'application d'une force de traction pendant les opérations de pose. Les rainures peuvent être remplies d'un matériau d'étanchéité.

6.2.3 Tube

Une construction en tube est fréquemment utilisée pour protéger et assembler les fibres optiques et/ou les rubans. La résistance mécanique de ce tube peut être renforcée par une enveloppe mixte métal-plastique. Le tube peut être lui aussi rempli d'un matériau d'étanchéité.

6.2.4 Filin porteur

Le câble doit être conçu avec des filins porteurs suffisants pour répondre aux conditions d'installation et de service, de telle façon que les fibres ne soient pas soumises à des niveaux de contrainte supérieurs à ceux qui auront été arrêtés entre le client et son fournisseur. Le filin porteur peut être métallique ou non.

Le câble aérien peut être classé comme étant de type autoporteur, par exemple lors d'un assemblage en faisceaux ou lorsque les filins porteurs sont situés dans l'âme du câble et/ou dans sa gaine. En variante, le câble peut être ficelé à un toron porteur.

Pour concevoir un câble à utiliser en installation aérienne, il est nécessaire de connaître sa portée, sa flèche, sa charge de résistance au vent et sa charge de givre.

6.2.5 Matériaux d'étanchéité

Le remplissage d'un câble avec un matériau d'étanchéité ou le guipage de l'âme du câble de couches d'un matériau hydro-expansible constituent deux moyens de protéger les fibres contre la pénétration

de l'eau. On peut utiliser un élément d'étanchéité (ruban, gelée de remplissage, poudre hydro-expansible ou combinaison de matériaux de ce type). Aucun des matériaux utilisés ne doit être nocif pour le personnel. Les matériaux du câble doivent être compatibles les uns avec les autres et ne doivent, en particulier, pas avoir d'effet défavorable sur les caractéristiques de la fibre. Ils ne doivent pas gêner les opérations d'épissurage et/ou raccordement.

6.3 Gaine

L'âme du câble doit être recouverte d'une gaine ou de plusieurs gaines appropriées aux conditions environnementales et mécaniques associées au magasinage, à l'installation et à l'exploitation du câble. Cette gaine peut être de construction composite et peut comporter des filins porteurs.

Les considérations relatives aux gaines pour câbles à fibres optiques sont généralement les mêmes que pour les câbles à conducteurs métalliques. L'épaisseur minimale acceptable de la gaine doit être indiquée, ainsi que toute valeur maximale et minimale admissible de diamètre extérieur du câble.

La gaine extérieure doit résister à la dégradation due au rayonnement ultraviolet et aux risques biotiques.

NOTE – L'un des matériaux de gainage les plus courants est le polyéthylène (voir le § 22 de la Publication 60708-1 de la CEI). Certaines conditions pouvant cependant imposer de limiter, par exemple, les risques d'incendie, on devra alors utiliser pour les gaines des matériaux spéciaux ainsi que dans le cas où la gaine est soumise à des champs électriques intenses (voir le § 5.3.10).

6.4 Armure

Lorsqu'une résistance à la traction ou une protection supplémentaire contre des dommages externes (écrasement, chocs, rongeurs. ..), est prescrite, une armure doit être prévue.

Les considérations relatives aux armures des câbles à fibres optiques sont généralement les mêmes que pour les câbles à conducteurs métalliques. Il faut cependant tenir compte de la production d'hydrogène due à la corrosion et aussi du fait que les avantages des câbles à fibres optiques, tels que la légèreté et la souplesse, seront réduits si une armure est mise en place.

L'armure des câbles sans éléments métalliques peut se composer de fils en aramide, de brins en fibre renforcée verre ou de rubans d'assemblage, etc.

6.5 Identification du câble

Si une identification visuelle est requise pour distinguer un câble à fibres optiques d'un câble métallique, on marquera de manière visible la gaine du câble aérien à fibres optiques au moyen d'un marquage en creux, par impression, par métallisation, en relief ou par flochage. Les trois premières techniques peuvent être employées d'entente entre l'utilisateur et le fournisseur.

7 Méthodes d'essai

7.1 Méthodes d'essai des différents éléments du câble

7.1.1 Essais applicables aux fibres optiques

Le présent paragraphe évoque les méthodes d'essai destinées à vérifier l'aptitude des fibres optiques au raccordement. Les méthodes d'essai caractéristiques, tant mécaniques qu'optiques, applicables aux fibres optiques sont décrites dans les Recommandations UIT-T G.650.1 et G.651.

7.1.1.1 Dimensions

Pour mesurer le diamètre du gainage secondaire, on emploiera la méthode de la Publication 60793-1-21-B de la CEI.

Pour procéder aux mesures du tube, du jonc rainuré et d'autres éléments renforcés, on emploiera la méthode de la Publication 60793-1-21-B de la CEI ou de la Publication 60189 de la CEI.

7.1.1.2 Dénudabilité du revêtement

Pour mesurer la dénudabilité des gainages primaires ou secondaires de la fibre, on emploiera la Publication 60793-1-32 de la CEI.

7.1.1.3 Compatibilité avec les matériaux de remplissage

Lorsque les fibres sont en contact avec un matériau de remplissage utilisé pour l'étanchéité, on doit procéder à des essais de vieillissement accéléré pour vérifier la stabilité du gainage de la fibre et du matériau de remplissage.

La stabilité de la force de dénudage du gainage doit être testée conformément à la méthode de la Publication 60794-1-2-E5 de la CEI.

La stabilité des dimensions et l'aptitude du gainage à l'injection locale doivent être testées selon la méthode convenue entre l'utilisateur et son fournisseur.

7.1.2 Essais applicables aux tubes

7.1.2.1 Pliage du tube

Pour mesurer les caractéristiques de pliure du tube, on emploiera la méthode de la Publication 60794-1-2-G7 de la CEI.

7.1.3 Essais applicables aux rubans

7.1.3.1 Dimensions

Pour mesurer les dimensions des rubans, on doit recourir tour à tour à trois méthodes d'essai: la première, méthode d'essai type, sert à établir et à assurer les procédés de fabrication des rubans. L'essai type est réalisé conformément à la méthode de la Publication 60794-1-2-G2 de la CEI, méthode de mesure visuelle. Les deux autres méthodes ne sont utilisées que pour l'inspection des produits après qu'a été établi le processus de fabrication: il s'agit des méthodes (gabarit) et (comparateur) des Publications 60794-1-2-G3 de la CEI et 60794-1-2-G4 de la CEI. Aux fins d'inspection, on peut également recourir à la méthode de mesure visuelle.

7.1.3.2 Séparabilité d'un ruban en fibres individuelles

Si un utilisateur et son fournisseur en sont d'accord, la séparabilité d'un ruban en ses différentes fibres peut être exigée; dans ce cas, pour garantir la fiabilité sur le long terme des fibres il convient d'éviter:

- d'altérer les caractéristiques mécaniques des fibres;
- de supprimer la couleur des différentes fibres.

Il est toutefois difficile d'éviter complètement l'un et l'autre risques. Néanmoins, si un utilisateur et son fournisseur en sont d'accord, la méthode d'essai de la Publication 60794-1-2-G5 de la CEI sera utilisée pour examiner la séparabilité des fibres; après accord également entre l'utilisateur et son fournisseur, il est possible d'employer d'autres méthodes d'essai spéciales.

7.2 Méthodes d'essai pour les caractéristiques mécaniques du câble

Le présent paragraphe recommande des essais et méthodes d'essai appropriés à la vérification des caractéristiques mécaniques des câbles aériens à fibres optiques.

7.2.1 Résistance à la traction

Cette méthode s'applique aux câbles à fibres optiques quelles que soient les conditions environnementales dans lesquelles ils sont installés.

Des mesurages sont effectués pour examiner le comportement en affaiblissement et les contraintes de la fibre en fonction de la charge s'exerçant sur un câble au cours de sa pose et dans les conditions météorologiques sévères qui sont rencontrées en service.

Cet essai doit être représentatif de la durée de vie du câble et être effectué conformément à la Rec. UIT-T L.14 et à la méthode de la Publication 60794-1-2-E1 de la CEI.

7.2.2 Courbure

Cette méthode d'essai s'applique aux câbles à fibres optiques quelles que soient les conditions environnementales dans lesquelles ils sont installés.

L'objet de cet essai est de déterminer l'aptitude des câbles à fibres optiques à résister aux courbures sur poulie, simulées au moyen d'un cylindre expérimental.

Cet essai doit être effectué conformément à la méthode de la Publication 60794-1-2-E11 de la CEI.

7.2.3 Courbure sous traction (test passage sur poulies)

Cette méthode d'essai s'applique aux câbles à fibres optiques quelles que soient les conditions environnementales dans lesquelles ils sont installés.

Cet essai est réalisé pour vérifier que la pose ne nuira pas au fonctionnement du câble ni n'en amoindrira la qualité.

Cet essai doit être effectué conformément à la méthode de la Publication 60794-1-2-E9 de la CEI.

7.2.4 Ecrasement

Cette méthode d'essai s'applique aux câbles à fibres optiques quelles que soient les conditions environnementales dans lesquelles ils sont installés.

Cet essai doit être effectué conformément à la méthode de la Publication 60794-1-2-E3 de la CEI.

7.2.5 Résistance à l'abrasion

Cette méthode d'essai s'applique aux câbles à fibres optiques quelles que soient les conditions environnementales dans lesquelles ils sont installés.

Ce sujet nécessite un complément d'étude et est actuellement à l'examen dans le cadre de la méthode de la Publication 60794-1-2-EA2 de la CEI.

7.2.6 Torsion

Cette méthode d'essai s'applique aux câbles à fibres optiques quelles que soient les conditions environnementales dans lesquelles ils sont installés.

Cet essai doit être effectué conformément à la méthode de la Publication 60794-1-2-E7 de la CEI.

7.2.7 Chocs

Cette méthode d'essai s'applique aux câbles à fibres optiques quelles que soient les conditions environnementales dans lesquelles ils sont installés.

Cet essai doit être effectué conformément à la méthode de la Publication 60794-1-2-E4 de la CEI.

7.2.8 Pliage

Cette méthode d'essai s'applique aux câbles à fibres optiques quelles que soient les conditions environnementales dans lesquelles ils sont installés.

Cet essai doit être effectué conformément à la méthode de la Publication 60794-1-2-E10 de la CEI.

7.2.9 Flexions répétées

Cet essai doit être effectué conformément à la méthode de la Publication 60794-1-2-E6 de la CEI.

7.3 Méthodes d'essai pour les caractéristiques environnementales

Le présent paragraphe recommande des essais et méthodes d'essai appropriés à la vérification des caractéristiques environnementales des câbles aériens à fibres optiques.

7.3.1 Cycles thermiques

Cette méthode d'essai s'applique aux câbles à fibres optiques quelles que soient les conditions environnementales dans lesquelles ils sont installés.

L'essai consiste à appliquer des cycles thermiques pour déterminer la stabilité d'affaiblissement d'un câble à fibres qui est soumis aux variations de température ambiante susceptibles d'apparaître en cours de magasinage, de transport et d'exploitation.

Cet essai doit être effectué conformément à la méthode de la Publication 60794-1-2-F1 de la CEI.

NOTE 1 – Pour les câbles aériens autoporteurs, la stabilité de l'affaiblissement peut se mesurer moyennant l'application à l'échantillon de câble d'une tension spécifiée.

NOTE 2 – Lorsque la présente Recommandation a été révisée, il n'existait pas de méthode d'essai standard internationale pour mesurer le mouvement de la gaine causé par une variation de la température. Toutefois, ce mouvement peut se mesurer, si un utilisateur et son fournisseur en sont d'accord, à l'aide du même procédé d'essai que pour le changement d'affaiblissement dû à une variation de la température.

7.3.2 Pénétration d'eau longitudinalement (pour câbles remplis uniquement)

Cette méthode d'essai s'applique aux câbles d'installations extérieures qui font appel à des méthodes d'hydrofugation et qui sont installés dans toutes les conditions climatiques. Son objet est de vérifier que la construction du câble peut empêcher la pénétration de l'eau dans tous les interstices du câble.

Cet essai doit être effectué conformément à la méthode de la Publication 60794-1-2-F5 de la CEI.

7.3.3 Hydrogène

Cette méthode d'essai s'applique aux câbles à fibres optiques quelles que soient les conditions environnementales dans lesquelles ils sont installés.

Dans le cas d'un câble sans éléments métalliques ou d'un câble utilisant une gaine à barrière d'étanchéité avec un choix de composants de câble dégageant peu d'hydrogène (par eux-mêmes ou en combinaison avec d'autres éléments, comme l'eau), la formation de gaz hydrogène à l'intérieur de l'âme du câble ne provoquera pas d'augmentation notable de l'affaiblissement optique.

Pour d'autres constructions de câble, on voudra bien se référer à la Rec. UIT-T L.27.

7.3.4 Rayonnements nucléaires

Cette méthode d'essai évalue l'aptitude des câbles à fibres optiques à être exposés à des rayonnements nucléaires.

Cet essai doit être effectué conformément à la méthode de la Publication 60794-1-2-F7 de la CEI.

7.3.5 Vibrations éoliennes

Cette méthode d'essai évalue l'aptitude des câbles à fibres optiques à faire partie d'installations aériennes.

Cet essai doit être effectué conformément à la méthode de la Publication 60794-1-2-E19 de la CEI.

7.3.6 Résistance aux ultraviolets

Cette méthode d'essai s'applique aux câbles aériens à fibres optiques et évalue l'aptitude de la gaine de câble à résister aux rayonnements ultraviolets.

Ce sujet nécessite un complément d'étude.

7.3.7 Cheminements sur gaine

Cet essai s'applique aux câbles aériens à fibres optiques utilisés sur des lignes de transport d'énergie à haute tension.

Ce sujet nécessite un complément d'étude.

7.3.8 Plombs de chasse

Cette méthode évalue l'aptitude des câbles à fibres optiques à résister aux dommages causés par des coups de fusils (plombs de chasse).

Cet essai doit être effectué conformément à la méthode de la Publication 60794-1-2-E13 de la CEI.

7.3.9 Foudre

Lorsqu'on utilise comme élément de câble un matériau métallique, la protection du câble contre la foudre doit inclure un essai décrit dans la Rec. UIT-T K.25, ou faire l'objet d'un accord entre l'utilisateur et son fournisseur.

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	Systèmes et supports de transmission, systèmes et réseaux numériques
Série H	Systèmes audiovisuels et multimédias
Série I	Réseau numérique à intégration de services
Série J	Réseaux câblés et transmission des signaux radiophoniques, télévisuels et autres signaux multimédias
Série K	Protection contre les perturbations
Série L	Construction, installation et protection des câbles et autres éléments des installations extérieures
Série M	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 et protocole Internet
Série Z	Langages et aspects généraux logiciels des systèmes de télécommunication



* 2 3 3 3 3 *

Imprimé en Suisse
Genève, 2003