



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

**UIT-T**

SECTEUR DE LA NORMALISATION  
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS  
DE L'UIT

**L.10**

(12/2002)

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

---

**Câbles à fibres optiques pour installations sous  
conduite et en galerie**

Recommandation UIT-T L.10

---



## **Recommandation UIT-T L.10**

### **Câbles à fibres optiques pour installations sous conduite et en galerie**

#### **Résumé**

La présente Recommandation décrit les caractéristiques, la construction et les méthodes d'essai des câbles à fibres optiques pour installations sous conduite et en galerie: 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.10 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

	<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
4	Abréviations..... 2
5	Caractéristiques des fibres optiques et des câbles ..... 3
5.1	Caractéristiques des fibres optiques ..... 3
5.2	Caractéristiques mécaniques ..... 3
5.3	Conditions environnementales ..... 4
5.4	Sécurité contre l'incendie..... 5
6	Construction des câbles ..... 5
6.1	Revêtements des fibres ..... 5
6.2	Éléments du câble..... 6
6.3	Gaine..... 7
6.4	Armure..... 8
6.5	Identification du câble ..... 8
7	Méthodes d'essai ..... 8
7.1	Méthodes d'essai des différents éléments du câble ..... 8
7.2	Méthodes d'essai pour les caractéristiques mécaniques du câble..... 9
7.3	Méthodes d'essai concernant les propriétés environnementales..... 11



## Recommandation UIT-T L.10

### Câbles à fibres optiques pour installations sous conduite et en galerie

#### 1 Domaine d'application

La présente Recommandation:

- concerne les câbles à fibres optiques multimode à gradient d'indice et les câbles à fibres monomode utilisés dans les réseaux de télécommunication, placés dans des conduits ou des galeries;
- traite des caractéristiques mécaniques des câbles à fibres optiques concernés et de leurs réactions au milieu ambiant. Les caractéristiques dimensionnelles et de transmission des fibres optiques, de même que leurs méthodes d'essai, doivent être conformes aux Recommandations UIT-T G.651, G.652, G.653, G.654 et G.655, qui traitent respectivement des fibres optiques multimode à gradient d'indice et des fibres optiques monomode;
- traite des considérations fondamentales relatives aux câbles à fibres optiques du point de vue mécanique et environnemental;
- tient compte du fait que certains câbles à fibres optiques peuvent contenir des éléments métalliques, pour lesquels il y a lieu de se reporter au manuel *Technologies d'installations extérieures pour les réseaux publics* (voir la Rec. UIT-T L.1) et aux autres Recommandations de la série L;
- préconise de doter les câbles à fibres optiques d'une protection d'étanchéité aux extrémités du câble pendant la livraison et le stockage, comme cela se fait pour les câbles à conducteurs métalliques. Si les éléments d'épissure ont été installés en cours de fabrication, ils doivent être protégés de façon appropriée;
- préconise d'adapter les appareils de tirage à l'extrémité du câble si nécessaire.

#### 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  $\mu\text{m}$ ).*
- [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 télécommunications 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.*
- [18] CEI 60189:1986, *Câbles et fils pour basses fréquences isolés au PVC et sous gaine de PVC. Première Partie: Méthodes générales d'essai et de vérification.*

## **2.2 Références informatives**

- [1] Manuel UIT-T, *Construction, installation, raccordement et protection des câbles à fibres optiques*, UIT, Genève, 1994.
- [2] CEI 60708-1:1981, *Câbles pour basses fréquences à isolation polyoléfine et gaine polyoléfine à barrière d'étanchéité. Première partie: Constitution générale et prescriptions.*

## **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.

## **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 des fibres**

La courbure importante d'une fibre optique faisant intervenir un déplacement axial local de quelques micromètres sur de courtes distances causé par des forces latérales localisées, qui agissent sur la longueur est dénommée microcourbure. Ces forces peuvent être dues à des déformations mécaniques introduites aux stades de la fabrication et de l'installation, et aussi à des variations de dimensions des matériaux du câble provoquées par des changements de température en fonctionnement.

Les microcourbures peuvent causer une augmentation des pertes optiques. Pour diminuer les pertes dues aux microcourbures, il convient d'éliminer les contraintes imposées de façon aléatoire à une fibre pendant son introduction dans le câble, et aussi pendant et après l'installation du câble.

#### **5.1.3 Macrocourbure des fibres**

La macrocourbure est la courbure d'une fibre optique qui se produit après la fabrication et l'installation du câble.

La macrocourbure peut causer une augmentation des pertes optiques. Les pertes optiques sont d'autant plus fortes que le rayon de courbure est petit.

### **5.2 Caractéristiques mécaniques**

#### **5.2.1 Courbure**

Dans les conditions dynamiques rencontrées pendant l'installation, la fibre est soumise à des déformations mécaniques causées par la tension et la courbure des câbles. Il faut choisir les éléments de renfort des câbles et le rayon de courbure à l'installation de manière à limiter ces contraintes dynamiques combinées. Si les fibres conservent un rayon de courbure après l'installation du câble, ce rayon doit être assez grand pour limiter les pertes dues aux macrocourbures, ou aux contraintes à long terme qui réduisent la durée de vie de la fibre.

#### **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). Des modifications de la tension du câble, dues aux divers facteurs auxquels ce dernier est soumis pendant sa durée de vie, peuvent provoquer le déplacement de ses éléments les uns par rapport aux autres; ce phénomène doit être pris en considération au stade de la conception du câble. Des tractions excessives sur le câble accroissent les pertes optiques et peuvent imposer à la fibre des déformations résiduelles si le câble n'a pas la possibilité de se détendre. Pour parer à ce phénomène, il ne faut pas dépasser la traction maximale déterminée au stade de la construction du câble, notamment pour la conception du porteur.

NOTE – Lorsque les câbles supportent une charge permanente pendant la durée de leur exploitation, il est préférable que la fibre ne subisse pas de contrainte supplémentaire.

### **5.2.3 Ecrasement et chocs**

Les câbles peuvent subir des écrasements et des chocs pendant l'installation et la durée d'exploitation.

L'écrasement et les chocs peuvent accroître les pertes optiques (de manière définitive ou pendant la durée d'application de la contrainte) et une contrainte excessive peut conduire à la fracture de la fibre.

### **5.2.4 Torsion**

Dans les conditions dynamiques rencontrées pendant l'installation et l'exploitation, les câbles peuvent être soumis à des torsions à la suite de tension résiduelle des fibres et/ou de dommages causés à l'enveloppe. Si tel est le cas, la conception des câbles doit permettre de supporter un nombre spécifié de torsions de câble par longueur d'unité sans accroissement de l'affaiblissement de la fibre ou dommages causés à l'enveloppe.

## **5.3 Conditions environnementales**

### **5.3.1 Hydrogène**

De l'hydrogène gazeux peut se dégager en présence d'humidité et de pièces métalliques. Cet hydrogène peut diffuser dans le verre à la silice et augmenter les pertes optiques. Il est recommandé de faire en sorte que la concentration de l'hydrogène dans le câble, du fait des constituants de celui-ci, soit suffisamment faible pour que les effets à long terme sur l'augmentation des pertes optiques soient acceptables. La méthode pour estimer la concentration d'hydrogène dans des câbles optiques est décrite dans la Rec. UIT-T L.27.

En ayant recours à un maintien sous pression gazeuse dynamique, en utilisant des matériaux qui absorbent l'hydrogène, en sélectionnant et en construisant avec soin, il est possible de maintenir des pertes optiques dans des limites acceptables pendant toute la durée de vie du câble.

On trouvera de plus amples informations dans l'Annexe D de la Publication 60794-1-1 de la CEI.

### **5.3.2 Pénétration de l'humidité**

Si l'humidité traverse l'enveloppe du câble et pénètre dans l'âme du câble, une détérioration de la résistance à la traction de la fibre se produit, et la durée de résistance avant rupture statique sera réduite. Pour assurer une durée de vie satisfaisante du câble, il faut limiter le niveau de détérioration de la fibre à long terme.

On peut utiliser divers matériaux comme barrières pour réduire la vitesse de pénétration de l'humidité. Si nécessaire, on obtient une pénétration minimale en utilisant une feuille métallique longitudinale en recouvrement. Une barrière métallique continue permet d'empêcher la pénétration de l'humidité. Dans les câbles non métalliques, l'emploi d'une gelée de remplissage permet d'empêcher que de l'eau se propage dans le sens de la longueur, mais pas vraiment que de l'humidité pénètre radialement par la gaine en plastique.

### **5.3.3 Pénétration de l'eau**

Si la gaine du câble ou si une enveloppe de raccordement est endommagée, il peut se produire une pénétration longitudinale d'eau dans l'âme du câble ou entre les enveloppes. La pénétration d'eau a un effet similaire à celle de l'humidité. Il convient de réduire cette pénétration longitudinale à un minimum ou, si possible, de l'empêcher. Pour ce faire, on peut mettre en œuvre des techniques telles que le remplissage de l'âme du câble par un matériau approprié, la mise en place de barrières d'étanchéité ou de rubans hydro-expansibles ou en injectant sous pression de l'air sec dans les câbles non remplis.

### **5.3.4 Foudre**

Les câbles à fibres optiques qui contiennent des éléments métalliques comme des paires en cuivre classiques ou une enveloppe métallique sont sensibles aux effets de la foudre.

Pour empêcher les dommages dus à ces décharges ou les réduire à un minimum, il y a lieu de se reporter aux Recommandations UIT-T K.25, K.29 et K.47.

### **5.3.5 Dommages biotiques**

La petite taille d'un câble à fibres optiques le rend encore plus vulnérable à l'attaque des rongeurs. Lorsque l'on ne peut pas les supprimer, il faut équiper le câble d'une protection appropriée et efficace. Pour d'autres informations, il y a lieu de se référer à la Rec. UIT-T L.46 "Protection des câbles et des installations de télécommunication contre les agressions biologiques".

Une protection efficace est assurée par une barrière métallique (ruban d'acier ou armure des fils) ou non métallique (par exemple, cylindres en fibre de verre, fils/rubans de verre. ..).

### **5.3.6 Vibrations**

Lorsque des câbles à fibres optiques sont installés sur des ponts, ils seront soumis à des vibrations d'une amplitude relativement élevée, à basse fréquence, qui dépendent du type de pont et du type de la densité du trafic. Les câbles doivent résister à ces vibrations sans défaillance ou dégradation du signal. Il faut cependant veiller avec soin au choix de la technique d'installation.

Les câbles à fibres optiques souterrains peuvent être soumis aux vibrations dues au trafic, aux chemins de fer, aux opérations de fonçage et à l'utilisation d'explosifs. Là encore, les câbles doivent pouvoir résister aux vibrations produites par ces activités, sans dégradation.

Une étude préalable soignée permettra d'identifier l'activité et de choisir en conséquence un trajet minimisant ce type de problème.

### **5.3.7 Variations de température**

Au cours de leur durée de vie d'exploitation, les câbles peuvent être soumis à de grandes variations de température; l'augmentation de l'affaiblissement des fibres qui en résulte, ne doit pas dépasser les limites spécifiées.

## **5.4 Sécurité contre l'incendie**

Plusieurs pannes de réseaux de télécommunication de grande ampleur ont été causées par la destruction de câbles à la suite d'un incendie survenu dans une galerie.

De nombreux pays exigent en conséquence que les câbles optiques destinés à une utilisation en galeries aient une bonne tenue au feu, les spécifications pouvant différer d'un cas à l'autre. Les câbles optiques de ce type doivent répondre aux dispositions anti-incendie de chaque pays ou de l'opérateur des télécommunications.

## **6 Construction des câbles**

### **6.1 Revêtements des fibres**

#### **6.1.1 Revêtement primaire**

La fibre en silice possède une résistance mécanique intrinsèque élevée, mais cette résistance se trouve réduite par les défauts de surface. Il faut par conséquent déposer un revêtement primaire immédiatement après que la fibre a été étirée pour l'amener à sa dimension.

La fibre optique doit faire l'objet d'un essai de résistance. Pour garantir la fiabilité à long terme dans les conditions de service, on peut spécifier l'essai de résistance à la tension de la fibre en tenant compte de la déformation admissible et de la durée de vie requise.

Pour préparer les raccordements, il doit être possible d'enlever le revêtement primaire sans endommager la fibre et sans utiliser des matériaux ou des méthodes considérés comme dangereux.

Pour déterminer la composition du revêtement primaire, qui sera coloré si nécessaire, on tiendra compte des caractéristiques des équipements locaux d'injection et de détection de la lumière utilisée, le cas échéant, en rapport avec les méthodes de raccordement des fibres.

Les fibres protégées par un revêtement primaire doivent être conformes aux dispositions des Recommandations UIT-T pertinentes de la série G.65x.

### **6.1.2 Revêtement secondaire**

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

- le revêtement doit pouvoir être retiré facilement pour pouvoir procéder à l'épissurage des fibres;
- le diamètre nominal doit être compris entre 800 et 900  $\mu\text{m}$ , 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 revêtement secondaire ne doit pas excéder 75  $\mu\text{m}$ , sauf accord contraire conclu entre l'utilisateur et le fournisseur.

NOTE 1 – En cas d'utilisation d'un revêtement 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 pouvoir être identifiées aisément dans l'âme du câble, par leur couleur et/ou leur position. Si on utilise une méthode de coloration, les couleurs doivent être faciles à distinguer et résistantes, de même que la présence d'autres matériaux, pendant la durée de vie du câble.

### **6.1.4 Amovibilité du revêtement**

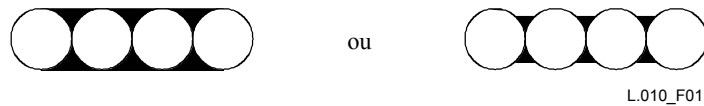
Les revêtements primaires et secondaires doivent être faciles à retirer et ne doivent pas gêner les opérations d'épissurage ou d'adaptation des fibres à des connecteurs optiques.

## **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 lesquels 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 CEI 60794-3 de la CEI.



**Figure 1/L.10 – Section droite d'un ruban de type bord à bord**



**Figure 2/L.10 – 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 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 les rubans. 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.

### 6.2.5 Matériaux hydrofuges

Le remplissage d'un câble avec un matériau hydrofuge 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 hydrofuge (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 de raccordement.

### 6.2.6 Résistance pneumatique

Si le câble a besoin de fonctionner sous pression d'air sec, il convient de spécifier sa résistance pneumatique.

NOTE – Il est prévu qu'un câble ne peut être mis sous pression que s'il permet une circulation d'air conforme aux critères définis dans la partie III du Manuel UIT-T intitulé *Technologies des installations extérieures appliquées aux réseaux publics* (voir la Rec. UIT-T L.1).

## 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. Il convient également de tenir compte de la quantité d'hydrogène produite par la gaine métallique d'étanchéité. L'épaisseur minimale acceptable de la gaine doit être indiquée, ainsi que toute valeur maximale et minimale admissible de diamètre extérieur du câble.

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.

## **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 de 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 à fibres optiques; à cette fin, des techniques de marquage en relief, par flocage, en creux, par métallisation ou par impression 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 et dans la série des Publications 60793-1 de la CEI.

##### **7.1.1.1 Dimensions**

Pour mesurer le diamètre du revêtement 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 des Publications 60793-1-21-B de la CEI ou 60189 de la CEI.

##### **7.1.1.2 Dénudabilité du revêtement**

Pour mesurer la dénudabilité des revêtements 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 revêtement de la fibre et du matériau de remplissage.

La stabilité de la force de dénudage du revêtement 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 revêtement 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 Pliure 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 le codage par couleur des différentes fibres.

Il est toutefois difficile d'éviter complètement l'un et l'autre risque. 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 à fibres optiques.

En ce qui concerne les méthodes d'essai, on voudra bien se référer à la série des Publications 60794-1 de la CEI.

### **7.2.1 Résistance à la traction**

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

Les mesures ont pour objet d'analyser le comportement de l'affaiblissement dans la fibre, en fonction de la charge appliquée au câble pendant l'installation.

L'essai doit être effectué conformément à la méthode de la Publication 60794-1-2-E1 de la CEI.

La valeur du découplage mécanique de la fibre et du câble peut être déterminée en mesurant l'élongation de la fibre, avec l'équipement d'essai de décalage de phase optique, en même temps que l'élongation du câble.

La présente méthode peut être non destructive si la tension appliquée se situe dans la limite des valeurs rencontrées en exploitation.

### **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.

Le but de cet essai est de déterminer l'aptitude d'un câble à fibres optiques à résister à des pliages autour d'une poulie, simulée par un mandrin d'essai.

L'essai doit être effectué conformément aux prescriptions de la méthode de la Publication 60794-1-2-E11 de la CEI.

### **7.2.3 Pliage sous tension (flexions)**

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.

### **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.

L'essai doit être effectué conformément aux prescriptions de 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.

Cet essai doit être effectué conformément à la méthode de la Publication 60794-1-2-E2A 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.

L'essai doit être effectué conformément aux prescriptions de 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.

L'essai doit être effectué conformément aux prescriptions de la méthode de la Publication 60794-1-2-E4 de la CEI.

### **7.2.8 Pliure**

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 Courbures répétées**

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

### **7.2.10 Performance d'enroulement du câble (mise en boucle)**

Cet essai doit être effectué conformément à la méthode de la Publication 60794-1-2-E20 de la CEI.



### **7.3 Méthodes d'essai concernant les propriétés environnementales**

Le présent paragraphe spécifie les essais appropriés et les méthodes d'essai servant à vérifier les réactions des câbles à fibres optiques aux effets des agents du milieu ambiant.

#### **7.3.1 Cycles thermiques**

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

L'essai par cycles thermiques a pour but de déterminer la stabilité de l'affaiblissement d'un câble en présence de variations de la température ambiante qui peuvent se produire pendant le stockage, le transport et l'exploitation.

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

#### **7.3.2 Pénétration longitudinale de l'eau**

Cet essai s'applique aux câbles extérieurs complètement remplis, quelles que soient les conditions environnementales dans lesquelles ils sont installés. Le but est de contrôler que tous les interstices d'un câble sont obturés en permanence par le matériau de remplissage, afin d'empêcher l'eau de pénétrer dans le câble.

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

#### **7.3.3 Barrière d'étanchéité**

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

Cet essai s'applique aux câbles fournis avec des feuilles métalliques longitudinales en recouvrement. La pénétration de l'humidité peut être testée conformément à la méthode d'essai décrite dans la partie I du chapitre III du Manuel UIT-T intitulé *Technologies des installations extérieures appliquées aux réseaux publics* (voir la Rec. UIT-T L.1).

#### **7.3.4 Gel**

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 fait l'objet d'un examen dans la méthode de la Publication 60794-1-2-F6 de la CEI.

#### **7.3.5 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 ne comprenant pas d'éléments métalliques ou d'un câble muni d'une gaine d'étanchéité dont les éléments ont été choisis pour produire peu d'hydrogène par eux mêmes ou en combinaison avec d'autres (eau, par exemple), la formation d'hydrogène à l'intérieur de l'âme du câble n'entraînera pas d'augmentation significative des pertes optiques.

Pour d'autres constructions de câbles, se référer à la Rec. UIT-T L.27.

#### **7.3.6 Rayonnements nucléaires**

Cette méthode d'essai permet d'évaluer la résistance des câbles à fibres optiques aux effets des rayonnements nucléaires.

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

### **7.3.7 Vibrations**

Cette question nécessite un complément d'étude.

### **7.3.8 Vieillissement**

Cette question est à l'étude.

### **7.3.9 Résistance pneumatique**

Si on utilise un gaz sous pression pour protéger un câble non étanche à l'eau, il faut effectuer cet essai conformément à la méthode de la Publication 60794-1-2-F8 de la CEI.

### **7.3.10 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
<b>Série L</b>	<b>Construction, installation et protection des câbles et autres éléments des installations extérieures</b>
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

\*23336\*