



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

**UIT-T**

SECTEUR DE LA NORMALISATION  
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS  
DE L'UIT

**L.12**

(05/2000)

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

---

## **Epissurage des fibres optiques**

Recommandation UIT-T L.12

(Antérieurement Recommandation du CCITT)

---

## **Epissurage des fibres optiques**

### **Résumé**

Les épissures sont des éléments critiques d'un réseau de fibres optiques car ils influencent dans une grande mesure non seulement la qualité des liaisons mais également leur durée de vie. En fait l'épissure doit assurer à terme un niveau élevé de qualité et de stabilité de fonctionnement. Une qualité élevée d'épissurage est en général définie comme étant une faible perte/épissurage et une résistance à la traction voisine de celle du niveau de contrainte d'essai. Des épissures doivent rester stables au cours de la durée de vie escomptée du système, dans les conditions environnementales prévues.

A l'heure actuelle, il est possible d'utiliser deux techniques d'épissurage des fibres optiques, par fusion et par raccord mécanique; le choix entre ces deux techniques dépend de la qualité de fonctionnement prévue et tient compte des contraintes d'installation de maintenance. Ces épissures sont conçues pour assurer des connexions permanentes.

### **Source**

La Recommandation L.12 de l'UIT-T, élaborée par la Commission d'études 6 (1997-2000) de l'UIT-T, a été approuvée le 12 mai 2000 selon la procédure définie dans la Résolution n° 1 de la CMNT.

## AVANT-PROPOS

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

L'Assemblée mondiale de normalisation des télécommunications (CMNT), 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 la CMNT.

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 2001

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

## TABLE DES MATIÈRES

	<b>Page</b>
1	1
2	1
3	1
3.1	1
3.2	2
4	2
4.1	2
4.2	3
4.3	3
4.4	3
4.5	4
4.5.1	4
4.5.2	7
4.6	8
5	8
5.1	9
5.2	9
5.3	9
Appendice I – Matériaux d'adaptation d'indice de réfraction pour les épissures mécaniques de fibre optique .....	10
Appendice II – Expérience italienne en matière d'épissurage des fibres optiques .....	11
Appendice III – Expérience japonaise en matière d'épissurage des fibres optiques.....	19
Appendice IV – Références bibliographiques .....	22

## Recommandation UIT-T L.12

### Epissurage des fibres optiques

#### 1 Domaine d'application

La présente Recommandation couvre la fabrication d'épissures de fibres optiques – monomodes et multimodes. Elle décrit une méthode d'épissurage appropriée qui doit être soigneusement suivie pour obtenir des épissures fiables entre rubans ou fibres optiques. Cette méthode s'applique tant aux fibres uniques qu'aux rubans (épissurage multifibre). En outre, la présente Recommandation porte des recommandations sur les caractéristiques optiques, mécaniques et environnementales des épissures; elle spécifie également les méthodes d'essai associées. D'autres informations sont données dans le Manuel du CCITT "Construction, installation, raccordement et protection des câbles à fibres optiques".

Les fibres doivent être conformes aux Recommandations de l'UIT-T [1], [2], [3], [4] et [5].

#### 2 Références normatives

La présente Recommandation se réfère à certaines dispositions des Recommandations UIT-T et textes suivants qui, de ce fait, en sont partie intégrante. Les versions indiquées étaient en vigueur au moment de la publication de la présente Recommandation. Toute Recommandation ou tout texte étant sujet à révision, les utilisateurs de la présente Recommandation sont invités à se reporter, si possible, aux versions les plus récentes des références normatives suivantes. La liste des Recommandations de l'UIT-T en vigueur est régulièrement publiée.

- [1] UIT-T G.651 (1998), *Caractéristiques d'un câble à fibres optiques multimodes à gradient d'indice (50/125 µm)*.
- [2] UIT-T G.652 (2000), *Caractéristiques des câbles à fibres optiques monomodes*.
- [3] UIT-T G.653 (2000), *Caractéristiques des câbles à fibres optiques monomodes à dispersion décalée*.
- [4] UIT-T G.654 (2000), *Caractéristiques des câbles à fibres optiques monomodes à longueur d'onde de coupure décalée*.
- [5] UIT-T G.655 (2000), *Caractéristiques des câbles à fibres optiques monomodes à dispersion décalée non nulle*.
- [6] Publications de la série 61300 de la CEI, *Dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques – Méthodes fondamentales d'essais et de mesures*.
- [7] Publications de la série 61073 de la CEI, *Epissures pour câbles et fibres optiques*.

#### 3 Types d'épissures: Généralités

##### 3.1 Epissures réalisées par fusion

Il existe différentes méthodes pour obtenir un épissurage par fusion des fibres ou rubans. A l'heure actuelle, la technique de fusion à l'arc électrique est la méthode la plus répandue pour réaliser sur le terrain des épissures monofibres ou multifibres fiables. Le processus de fusion est réalisé au moyen de machines d'épissurage spécialement conçues dont la reproductibilité et la simplicité de fonctionnement ont été sans cesse améliorées au cours de la dernière décennie.

Pour réaliser une épissure par fusion, les revêtements de protection de la fibre sont retirés, les fibres sont sectionnées puis positionnées et alignées entre deux électrodes dans la machine d'épissurage. Un arc électrique chauffe le verre de silice jusqu'à ce que le point de "fusion" ou de ramollissement soit atteint et en même temps les fibres sont rapprochées dans le sens longitudinal de façon à constituer une épissure ayant des caractéristiques géométriques homogènes. Ce processus génère un filament de verre continu. L'alignement de la fibre dans ces machines peut être passif (alignement dans des rainures en v) ou actif (injection d'un rayon lumineux avec système de détection ou système de surveillance et d'alignement du profil cœur/gaine). Il est alors appliqué à l'épissure un dispositif approprié permettant de protéger la fibre nue, de la manipuler et de la stocker sans nuire à l'intégrité physique de l'épissure. La qualité de fonctionnement, l'intensité et la durée de l'arc ainsi que les différences entre les deux fibres à épissurer déterminent la perte par épissurage. En outre, la qualité du dénudage, le sectionnement de la fibre et la protection de l'épissure contribuent à la fiabilité mécanique à long terme des fibres optiques installées.

### **3.2 Epissures mécaniques**

Les épissures mécaniques ont différentes structures et conceptions physiques; elles comprennent en général les éléments de base suivants:

- une surface d'appui permettant l'alignement des extrémités des fibres correspondantes;
- un dispositif de maintien en alignement des fibres;
- un matériau adaptateur d'indice (gel, graisse, colle, etc.) placé entre les extrémités des fibres.

Ils peuvent être utilisés pour des monofibres ou des fibres en ruban. Certains modèles permettent le montage en usine, aux extrémités des fibres, d'un câble pour accélérer les opérations de raccordement sur le terrain.

Afin de réduire les réflexions de Fresnel, on peut utiliser un matériau d'adaptation optique entre les extrémités des fibres à coupler, choisi pour sa correspondance avec les propriétés optiques du verre. Les matériaux adaptateurs d'indice couramment utilisés comprennent les gels de silicone, les adhésifs durcis aux ultraviolets, les résines époxydes et les graisses optiques.

L'indice de réfraction de ces matériaux présente une relation différente par rapport à la température.

## **4 Etapes de la procédure d'épissurage**

### **4.1 Nettoyage des fibres et préparation des extrémités**

Pour les câbles à remplissage de gelée, les fibres doivent être mécaniquement nettoyées afin de retirer la gelée hydrofuge du câble au moyen de papier de soie ou de chiffon ou tissu non pelucheux. Ce nettoyage est facilité par l'utilisation de solvants disponibles sur le marché. Il faut éviter tous dommages mécaniques ou chimiques des matériaux, de la matrice des rubans de fibres et des revêtements de fibres. Le revêtement de la fibre peut être endommagé s'il est trempé pendant une longue période dans un solvant. En outre, toutes les informations relatives à la sécurité de ces produits doivent être déclarées par le fournisseur du solvant.

La machine d'épissurage par fusion ou l'outil de raccordement mécanique doivent être à proximité de la fermeture du joint de façon à ce que les fibres ne soient pas soumises à des contraintes excessives en courbure, tension ou pression.

Les extrémités à raccorder doivent être repérées en se fondant sur le système d'identification du câble qui décrit les fibres contenues dans le câble.

Si l'on utilise des dispositifs de protection du type à tube, ils doivent être placés sur chaque extrémités des fibres ou ruban à coupler, avant épissurage. Une fois l'épissurage terminé, il est possible de monter des protecteurs du type à coquille.

## **4.2 Dénudage**

Le cas échéant, les revêtements secondaires (construction à gaine serrée ou à tube libre) doivent être retirés sur la distance recommandée par le fabricant du protecteur d'épissure, au moyen d'un outil approprié afin d'exposer le revêtement primaire.

Une longueur de revêtement suffisante doit être retirée des extrémités de façon à ce que, après sectionnement et épissurage, toutes les fibres nues soient couvertes par le dispositif de protection. Le dénudage pourrait être l'opération la plus critique de la procédure d'épissurage, notamment si elle concerne les fibres qui ont été sur le terrain depuis de nombreuses années car la capacité de dénudage peut s'amoinrir avec le vieillissement. Par conséquent, cette étape doit être réalisée avec soin car la résistance finale de l'épissure terminée est liée à la réduction de l'exposition qui peut entraîner des fêlures sur la fibre nue.

Selon les applications et la qualité de fonctionnement requises, la méthode de dénudage peut être chimique ou mécanique. Lorsqu'une méthode chimique est utilisée, toutes les informations relatives à la sécurité du produit doivent être fournies par le fabricant. De manière générale, pour des applications souterraines, câbles directement enterrés ou aériens, un dénudage mécanique est utilisé. La séparation et l'alignement des lames des ouvertures semi circulaires ou en V doivent être contrôlés de manière à pénétrer dans la couche souple du revêtement intérieur sans rayer la surface de la fibre. Les lames doivent être fréquemment examinées et vérifiées avec soin. Les lames doivent être bien alignées, toujours propres et remplacées dès qu'elles sont endommagées ou usées. Lorsque les lames font partie intégrante de l'outil de dénudage, ce dernier doit être remplacé. Lorsque des méthodes de dénudage mécanique à chaud sont utilisées, notamment pour les fibres en ruban, le revêtement doit être chauffé à la température recommandée par le fabricant du ruban, puis retiré au moyen d'une lame. Pour les applications sous-marines, la méthode chimique convient mieux au niveau le plus élevé de contraintes d'essai exigées.

Les porte-fibres sont toujours utilisés pour les opérations de dénudage de sectionnement et d'épissurage des fibres en ruban et quelquefois pour les systèmes d'épissurage monofibre. Les rubans sont maintenus dans un porte-fibres avant dénudage et sectionnement ainsi que pendant le processus de fusion. Le porte-fibres doit assurer un bon alignement des fibres sans les endommager. Seule la partie revêtue de la fibre du ruban doit être placée dans le porte-fibres de façon à ce qu'il ne soit pas endommagé par le serrage. Les porte-fibres doivent être maintenus propres et exempts de toute matière étrangère. Pour les épissures mécaniques, il peut-être inutile d'utiliser des porte-fibres pendant les opérations de dénudage et/ou de sectionnement.

## **4.3 Nettoyage des extrémités de la fibre nue**

Lorsqu'il est nécessaire de nettoyer les extrémités de fibre nue, il faut utiliser du papier de soie imbibé d'alcool, de qualité réactive, afin d'éliminer les restes de revêtement et en prenant bien soin de ne pas les endommager. Il faut éviter d'essuyer les extrémités de fibres plus de deux ou trois fois.

## **4.4 Sectionnement des fibres**

Les extrémités nues des fibres doivent être sectionnées perpendiculairement à l'axe longitudinal; la surface coupée doit être de qualité spéculaire et ne comporter ni éclat, ni entaille.

Pour les épissures par fusion, l'angle de sectionnement des extrémités doit être en général perpendiculaire à plus ou moins 1° maximum en ce qui concerne les monofibres et à plus ou moins 3° à 4° maximum pour les fibres en ruban (selon le type de fibres) afin d'obtenir une épissure satisfaisante. L'outil de sectionnement doit être capable de respecter ces tolérances dans les deux coupes ainsi que de contrôler la longueur de la fibre nue, en fonction du système d'épissurage et du dispositif de protection.

Pour les épissures mécaniques, il existe des dispositifs spécifiques qui modifient l'outil de sectionnement afin d'obtenir des angles de coupe d'extrémités obliques d'au moins 4°. Ceci permet

de délimiter la lumière réfléchi due aux discordances entre le verre de la fibre et le matériau adaptateur d'indice à des températures extrêmes. Lorsque les épissures sont assemblées par des extrémités en biseau au lieu d'extrémités perpendiculaires, la lumière réfléchi n'est plus entièrement capturée et guidée par le cœur de la fibre mais dirigée vers la gaine de la fibre où elle est atténuée.

L'outil de coupe doit être propre et correctement réglé pour pouvoir obtenir les extrémités de fibre homogènes et à faible inclinaison axiale. Lorsqu'ils sont sales, les patins de serrage des outils de coupe peuvent donner lieu à des fêlures qui entraînent une rupture de la fibre au mauvais endroit ou réduisent la résistance de l'épissure finie. La lame doit suffisamment inciser la fibre pour donner lieu à une coupure franche; il est recommandé que l'impact de la lame ne soit pas fort au point de fissurer la fibre. Les outils de coupe qui plient les fibres pour les contraindre doivent avoir une course limitée afin d'éviter des courbures excessives. Pour les opérations de fusion simultanée, des longueurs coupées de fibres nues doivent être approximativement égales sur tout le ruban de manière à fournir un chevauchement uniforme sur toutes les fibres pendant le processus de fusion. Il faut prendre soin de nettoyer les débris de coupe des fibres pour éviter les blessures.

## **4.5 Epissurage**

### **4.5.1 Epissurage par fusion à l'arc électrique**

#### **4.5.1.1 Réglage des paramètres et des conditions d'épissurage**

Avant d'utiliser la machine d'épissurage, il est important de vérifier ses qualités de fonctionnement. L'état des électrodes est un élément critique et déterminant pour une opération d'épissurage par fusion correcte, notamment lorsque celle-ci est réalisée dans des conditions climatiques extrêmes.

L'état des électrodes et le réglage correct des paramètres de la machine pour le type de fibre et les conditions climatiques considérés peuvent être vérifiés par le degré de "refusion" des fibres lorsqu'elles sont soumises à l'arc de fusion alors que le système d'avance de la fibre est hors tension. D'autres essais peuvent également être utilisés en remplacement pour vérifier les équipements. Certaines machines peuvent automatiquement optimiser les paramètres de l'arc; dans d'autres cas, des réglages manuels seront nécessaires.

Les qualités de fonctionnement de la machine sont sensibles aux variations atmosphériques. Pour optimiser les conditions ambiantes, il faut effectuer un réglage automatique ou manuel des paramètres de l'arc électrique.

La machine d'épissurage doit avoir un dispositif de comptage et d'indication du nombre d'arcs; de même, le fabricant doit indiquer le nombre d'arcs après lequel les électrodes doivent être remplacées. Le remplacement doit être effectué conformément aux instructions du fabricant.

#### **4.5.1.2 Epissurage par fusion**

Une fois terminée la vérification de l'état de l'arc, l'épissurage peut commencer. La fibre doit être positionnée dans les rainures en V de la machine d'épissurage.

Les machines d'épissurage par fusion sont en général divisées en deux types: à alignement passif et à alignement actif. L'utilisation de chaque type dépend de la manière dont les fibres sont alignées. Les machines à alignement actif utilisent soit un système visuel, soit un système d'injection/détection local de la lumière avec déplacement des fibres dans les trois axes pour aligner de manière active les cœurs ou les diamètres extérieurs des deux fibres à raccorder. La machine d'épissurage réduit l'affaiblissement dû à l'épissurage soit en utilisant son système de visée pour se focaliser sur le cœur ou la gaine des fibres et ainsi les aligner directement, soit en optimisant la lumière transmise à travers les fibres et fournir une estimation de l'atténuation par épissurage une fois le raccord terminé.

Les systèmes qui compensent les erreurs de concentricité du cœur donnent de meilleurs résultats en termes d'affaiblissement par épissurage. A l'heure actuelle, les machines d'épissurage qui utilisent des systèmes d'alignement actif conviennent uniquement aux épissurages monofibres.

Des machines d'alignement passif utilisent uniquement le mouvement longitudinal de la fibre, un alignement précis du cœur dépend donc dans une large mesure des caractéristiques géométriques correctes de la fibre. Le système d'alignement passif est actuellement utilisé pour épissure de fibres en ruban ainsi que dans des machines d'épissure monofibres qui permettent également d'obtenir une estimation de l'affaiblissement par épissure. Cependant, pour les câbles de fibres en ruban, toutes les machines d'épissure par fusion simultanée actuellement utilisées donnent une estimation de l'affaiblissement par épissure en observant l'alignement de la fibre avant et/ou après raccordement.

Les fabricants doivent donner les réglages par défaut des paramètres de la machine d'épissure (courant d'arc, durée d'arc, etc.) qui sont fonction du type de fibre considéré.

#### **4.5.1.3 Contraintes d'essai**

Une fois l'épissure terminée, sa résistance minimale doit être vérifiée. Il est important d'établir un niveau défini de résistance mécanique de l'épissure lié à sa durée de vie prévue. Comme lors de la fabrication des fibres optiques, l'épissure est soumise à une contrainte en traction pendant une courte période de temps. Certaines machines d'épissure effectuent cet essai une fois les fibres épissées placées dans les mandrins d'épissure et d'autres après mise en place des fibres épissées dans les porte-fibres pour appliquer la protection thermorétractable. On élimine alors les épissures dont la résistance est inférieure au niveau de contrainte d'essai.

La machine d'épissure doit pouvoir réaliser l'essai de contrainte automatiquement ou manuellement. Le temps de déchargement doit être court afin de réduire au minimum la baisse de résistance lors du déchargement.

En général, les épissures mécaniques ne font pas l'objet d'essais de contrainte.

#### **4.5.1.4 Protection des épissures**

Une fois l'essai de contrainte réalisé, la protection doit être placée sur le point d'épissure. La "protection" est un dispositif mécanique ou une réfection du revêtement qui assure une défense contre les agressions mécaniques et climatiques aux épissures monofibres ou multifibres. Dans tous les cas, le dispositif de protection ne doit affecter ni l'affaiblissement de l'épissure ni ses caractéristiques fonctionnelles.

On peut vérifier les caractéristiques de l'épissure par fusion complète sur la base des méthodes d'essai indiquées dans le § 5.

Les modèles de protection peuvent comprendre des manchons thermorétractables, des coquilles, une réfection du revêtement de la fibre et son encapsulage. Les protections d'épissure par fusion de monofibres doivent pouvoir accepter soit des fibres revêtues d'un diamètre (nominal) de 250 µm, des fibres gainées d'un diamètre (nominal) de 900 µm ou d'une combinaison de diamètres 250 µm/900 µm. De manière générale, l'installation ou la réalisation de ces protections nécessite des outillages ou équipements particuliers.

Les modèles de protection doivent convenir à des applications utilisant des câbles aériens, souterrains ou enterrés et le fabricant doit fournir les informations nécessaires sur la compatibilité avec les plateaux de platine d'assemblage, ainsi que sur les outils ou équipements pour son application. Le fabricant doit notamment fournir des informations relatives aux longueurs minimales/maximales de bande de fibre que la protection prendra en charge ainsi que les dimensions de stockage de la protection complète (longueur, largeur et hauteur) et les détails de l'application.

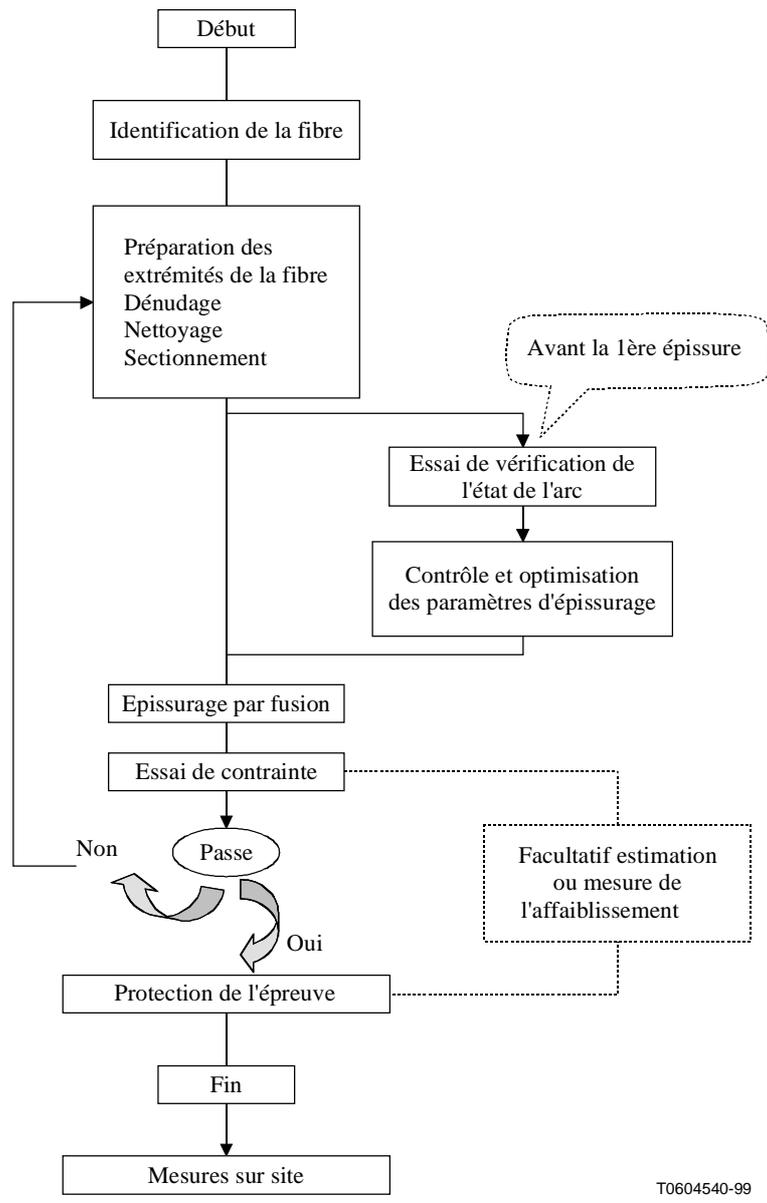
Pour les protections à manchon thermorétractable, le fabricant doit préciser la durée et la température requise pour achever le retrait et à prendre en compte pour les réglages du four. La fonction de l'éventuelle armure de renfort est d'améliorer la résistance mécanique de l'épissure sans l'affecter tant du point de vue optique que mécanique. L'armure doit être droite et exempte de bavures et d'arêtes

vives. Pendant le refroidissement, il faut éviter les déformations qui entraînent un affaiblissement par courbure.

Pour les protections remplies à la résine, polymérisables aux ultraviolets, le fabricant doit préciser l'énergie totale (durée d'exposition et puissance) appliquée par la lampe UV.

La documentation complète, donnant tous les détails tels que les références du fabricant, le code du produit et les modalités de commande, l'utilisation et l'application, les modes opératoires de réparation et de maintenance doivent être mis à disposition avec le produit. Les matériaux constitutifs doivent être compatibles avec la gelée contenue dans les câbles et les protections doivent être accompagnées des instructions de sécurité et de fonctionnement.

Une représentation schématique de la procédure d'épissurage par fusion est illustrée en Figure 1.



T0604540-99

Figure 1/L.12 – Représentation schématique du mode opératoire d'épissurage par fusion

#### 4.5.2 Épissurage mécanique

La méthode mécanique ne nécessite pas l'utilisation d'une machine d'épissurage spéciale. Les outils d'installation sont très simples et permettent de fixer les fibres dans une enveloppe de protection de l'épissure, généralement sans qu'il soit nécessaire d'utiliser de l'énergie électrique. Certaines épissures mécaniques peuvent être réglées à la main pour réduire au minimum l'affaiblissement par épissurage.

Après dénudage et sectionnement comme décrit dans les § 4.1 à 4.4, des extrémités nues de la fibre sont insérées dans l'enveloppe mécanique (dans une structure de guidage, par exemple une rainure en V) et leur contact physique est vérifié.

Des procédures de meulage et de polissage sont quelquefois utilisées afin de préparer les extrémités de fibre à l'épissurage, notamment pour la réalisation des épissures multifibres préterminées en usine.

Les épissures mécaniques doivent être souples et adaptables en permettant l'épissurage de différents types de fibres, par exemple les fibres gainées de 250 µm de diamètre avec des fibres de 900 µm de diamètre.

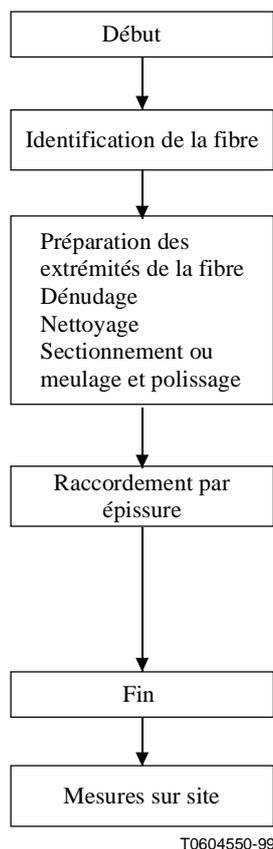
L'enveloppe solidaire de l'épissure (différente pour les épissures monofibres ou multifibres) assure une protection mécanique et climatique. Les modèles de protection doivent convenir à des applications utilisant des câbles aériens, souterrains ou enterrés. Le fabricant doit fournir les informations nécessaires sur la compatibilité avec les plateaux de platine d'assemblage, ainsi que sur les outils ou équipements pour son application.

Le matériau adaptateur d'indice utilisé entre les extrémités des fibres à coupler doit être choisi pour sa compatibilité avec les caractéristiques optiques du verre. Le fournisseur du matériau d'adaptateur d'indice doit fournir des informations complètes sur son comportement à différentes températures (notamment aux températures extrêmes) et sur sa durée de vie estimée en termes de maintien des performances optiques initiales.

Les caractéristiques de l'épissure mécanique finie doivent être vérifiées sur la base des méthodes d'essai définies dans le § 5.

Dans une épissure mécanique, la protection est intégrée dans le modèle de l'épissure et il n'est pas nécessaire d'utiliser des protections séparées.

La Figure 2 donne une représentation schématique du mode opératoire d'épissurage mécanique.



**Figure 2/L.12 – Représentation schématique du mode opératoire d'épissurage mécanique**

#### **4.6 Mesures sur site de la perte par épissurage**

Une des considérations premières d'un système de communication à fibres optiques est la perte totale de bout en bout de chaque liaison. Compte tenu du nombre d'épissures d'une liaison, il convient de fixer une perte par épissurage maximale réaliste.

Concrètement, la mesure sur site de l'affaiblissement de chaque épissure au cours de la construction du réseau optique est généralement faite par la machine d'épissurage par fusion (si elle est prévue à cet effet) ou par réflectométrie OTDR à sens unique. Ces techniques peuvent être utilisées indifféremment pour évaluer approximativement l'importance des pertes, qui peut éventuellement obliger à refaire l'épissure. Lorsque la construction est terminée, la perte par épissurage effective peut être mesurée par réflectométrie OTDR bidirectionnelle, si nécessaire.

La perte par épissurage réelle est déterminée par la moyenne des mesures OTDR dans les deux sens effectuées sur une épissure. Il convient de ne pas faire de mesures par OTDR à sens unique de la perte réelle car les différences de tolérance de champ MFD et d'autres paramètres intrinsèques des fibres peuvent engendrer des erreurs. Les valeurs de mesure OTDR à sens unique peuvent être élevées, qu'elles soient positives ou négatives. Par ailleurs, toute valeur de pointe mesurable provenant d'une épissure par fusion oblige à refaire l'épissure. Les niveaux d'acceptation des pertes par épissurage dépendent du bilan de la liaison.

### **5 Caractéristiques fonctionnelles des épissures**

L'objectif des Tableaux 1 à 4 est de prescrire un certain nombre d'essais permettant de vérifier les caractéristiques fonctionnelles de l'épissure terminée et d'estimer sa fiabilité à long terme. Ces essais

sont normalement réalisés en laboratoire à des fins de qualification, dans les conditions normalisées définies par la CEI [6]:

Température (°C)	18-28
Humidité relative (%)	25-75
Pression d'air (KPa):	86-106

Tous les essais indiqués dans les paragraphes ci-dessous, doivent être réalisés conformément aux méthodes d'essai de la CEI [6], [7].

### 5.1 Caractéristiques optiques

**Tableau 1/L.12 – Caractéristiques optiques des épissures de fibres monomodes**

Essai	Type d'épissure	Méthode d'essai
Perte par insertion	Epissure par fusion de monofibre	CEI 61300-3-4; CEI 61073-1, § 4.4.4, Méthode 1 ou 2.2
	Epissure par fusion de multifibres	
	Epissure mécanique de monofibres	
	Epissure mécanique de multifibres	
Affaiblissement d'adaptation	Epissure mécanique de monofibres ou multifibres	CEI 61300-3-6; CEI 61073-1, § 4.4.5, Méthode 1

**Tableau 2/L.12 – Caractéristiques optiques des épissures de fibres multimodes**

Essai	Type d'épissure	Méthode d'essai
Pour étude ultérieure.		

### 5.2 Caractéristiques mécaniques

**Tableau 3/L.12 – Caractéristiques mécaniques des épissures des fibres monomodes et multimodes**

Essai	Type d'épissure	Méthode d'essai
Maintien de la fibre	Epissure par fusion ou mécanique de monofibres ou de multifibres	CEI 61300-2-4; CEI 61073-1, § 4.5.2
Vibrations (sinusoïdales)	Epissure mécanique de monofibres ou de multifibres	CEI 61300-2-1; CEI 61073-1, § 4.5.1

### 5.3 Caractéristiques ambiantes

**Tableau 4/L.12 – Caractéristiques ambiantes des épissures des fibres monomodes et multimodes**

Essai	Type d'épissure	Méthode d'essai
Changements de température	Epissure par fusion ou mécanique de monofibres ou de multifibres	CEI 61300-2-22

**Tableau 4/L.12 – Caractéristiques ambiantes des épissures des fibres monomodes et multimodes (fin)**

<b>Essai</b>	<b>Type d'épissure</b>	<b>Méthode d'essai</b>
Immersion dans l'eau	Epissure par fusion ou mécanique de monofibres ou de multifibres	CEI 61300-2-45
Froid	Epissure par fusion ou mécanique de monofibres ou de multifibres	CEI 61300-2-17
Condensation	Epissure par fusion ou mécanique de monofibres ou de multifibres	CEI 61300-2-21
Chaleur humide	Epissure par fusion ou mécanique de monofibres ou de multifibres	CEI 61300-2-19
Atmosphère corrosive (brouillard salin)	Epissures mécaniques (monofibres et multifibres) uniquement	CEI 61300-2-26

#### APPENDICE I

#### **Matériaux d'adaptation d'indice de réfraction pour les épissures mécaniques de fibre optique**

Les matériaux adaptateurs d'indice couramment utilisés sont les gels de silicone et les graisses de silicone. De mêmes, les adhésifs durcis aux ultraviolets et les résines époxydes sont quelquefois utilisés comme matériaux d'adaptation.

Les gels et les graisses sont les matériaux les plus souvent utilisés car ils assurent une grande réduction des tensions et une grande viscoélasticité dans l'espace interfibres. Cela permet des écarts d'expansion thermique et de contrainte mécanique sans provoquer de délaminage dans l'espace interfibres ou induire de contraintes dans les fibres.

Les gels de silicone à durcissement, les adhésifs durcis aux ultraviolets et les résines époxydes sont des matériaux polymérisés et réticulés. En tant que tels, ils sont chimiquement actifs jusqu'à leur durcissement et leur durée de stockage à l'état non durci est restreinte (généralement de six mois). Les gels doivent subir un durcissement au moment de l'épissurage par mélange de deux fluides composants ou par exposition d'un fluide à une température élevée. Après durcissement, ils doivent être chimiquement et physiquement stables.

Les silicones non durcissantes et autres graisses sont des suspensions d'un épaississant à poudre microscopique dans un fluide optique; elles sont parfois appelées gels, composés optocoupleurs ou coupleurs optiques. Ce sont des matériaux non durcissants, prêts à l'emploi, à composant unique, sans limitation de stockage particulière due à une réaction de durcissement. Leur consistance physique est celle de la graisse; s'il est possible de les injecter sous pression au moyen d'une seringue, elles sont inertes lorsqu'elles sont au repos dans un joint à épissure.

La plupart des épissures mécaniques à préadaptation d'indice utilisent de la graisse adaptatrice d'indice non durcissante. Il est apparu que certaines graisses se dissociaient pour reformer leurs composants, fluide et durcisseur, après de longues périodes d'exposition à des températures élevées ("séparation d'huile"). D'autres ont montré une tendance à se dessécher après plusieurs mois ou à développer des microbulles leur donnant une apparence opaque ("évaporation", "apparence"). Si les matériaux ne sont pas correctement filtrés, désaérés et emballés, ils contiendront des bulles d'air, des poussières, des fibres et d'autres particules microscopiques pouvant aggraver l'affaiblissement

d'adaptation et l'affaiblissement d'insertion dans l'épissure ("couleur", "apparence", "contamination particulaire"). Il convient de s'assurer de la stabilité environnementale à long terme des graisses adaptatrices d'indice avant de les utiliser dans des applications exposées à de fortes variations de température ou à des conditions ambiantes inhabituelles. Les prescriptions d'essai des lots de matériaux sont données dans le Tableau I.1. Il convient de les compléter par d'autres prescriptions en fonction de la conception des épissures et des conditions ambiantes.

**Tableau I.1/L.12 – Graisses adaptatrices d'indice pour épissures de fibres –  
Spécifications recommandées**

Propriété	Méthode	Prescription
Couleur	Visuelle	Incolore, sans jaunissement
Apparence	Visuelle	Pas de bulles, de porosités ou de particules visibles
Indice de réfraction à 25 °C, 589 nm	Appendice IV [B1]	1,463 ± 0,003 (pour fibre de silice)
Evaporation, 24 h à 100 °C	Appendice IV [B2]	Max. 0,2%
Séparation d'huile, 24 h à 100 °C	Appendice IV [B3]	Max. 0,2%
Contamination particulaire	Appendice IV [B4]	Moins de 300 particules/cm <sup>3</sup> , 10 à 34 µm Pas de particules supérieures à 35 µm

## APPENDICE II

### Expérience italienne en matière d'épissurage des fibres optiques

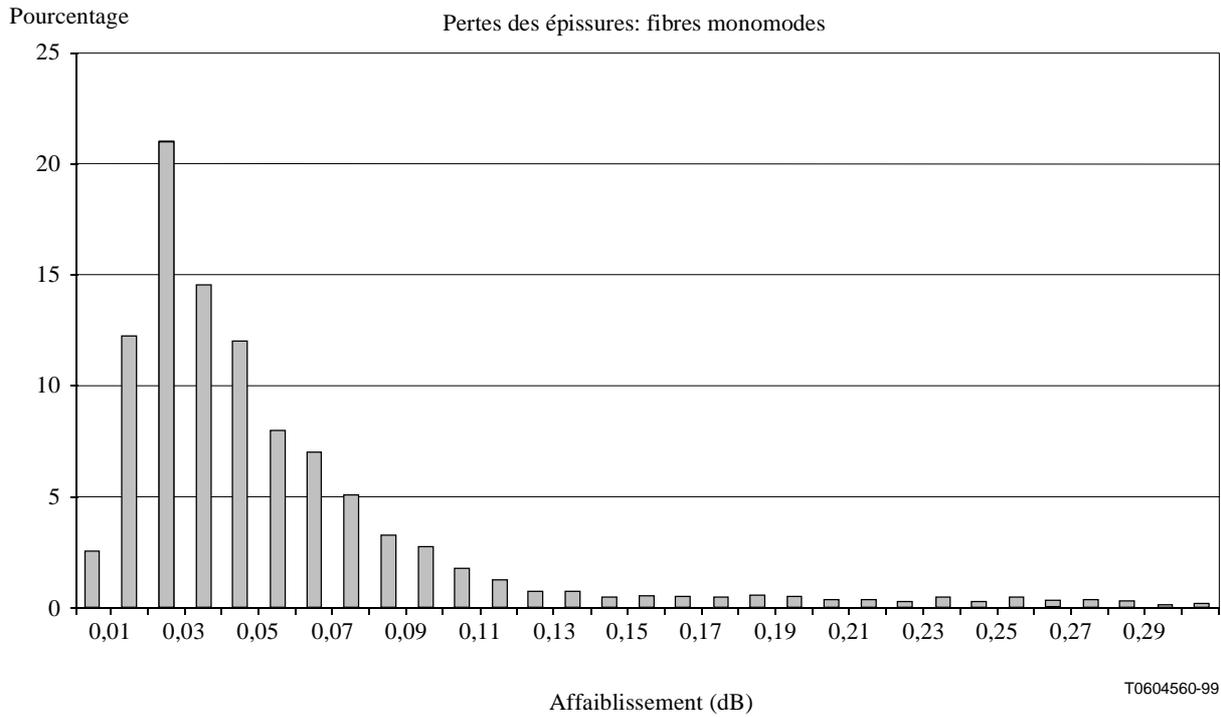
Le réseau optique de Telecom Italia comprend plusieurs kilomètres de câbles optiques (plus de 60 000 kilomètres) réalisé en différents types de fibres (UIT-T G.651[1] et UIT-T G.653[3]) et dispositions de fibres (monofibres et ruban de fibres). Ceci signifie que l'expérience italienne en matière de techniques d'épissurage des fibres optiques (surtout la technique par fusion) est très importante.

L'objectif de cet appendice est de présenter les résultats recueillis lors de l'installation sur site des fibres monomodes à dispersion décalée et réduite, tant pour ce qui concerne les épissures de monofibres que de fibres en ruban; il énumère également un certain nombre d'essais permettant de vérifier la qualité des épissures mécaniques et par fusion.

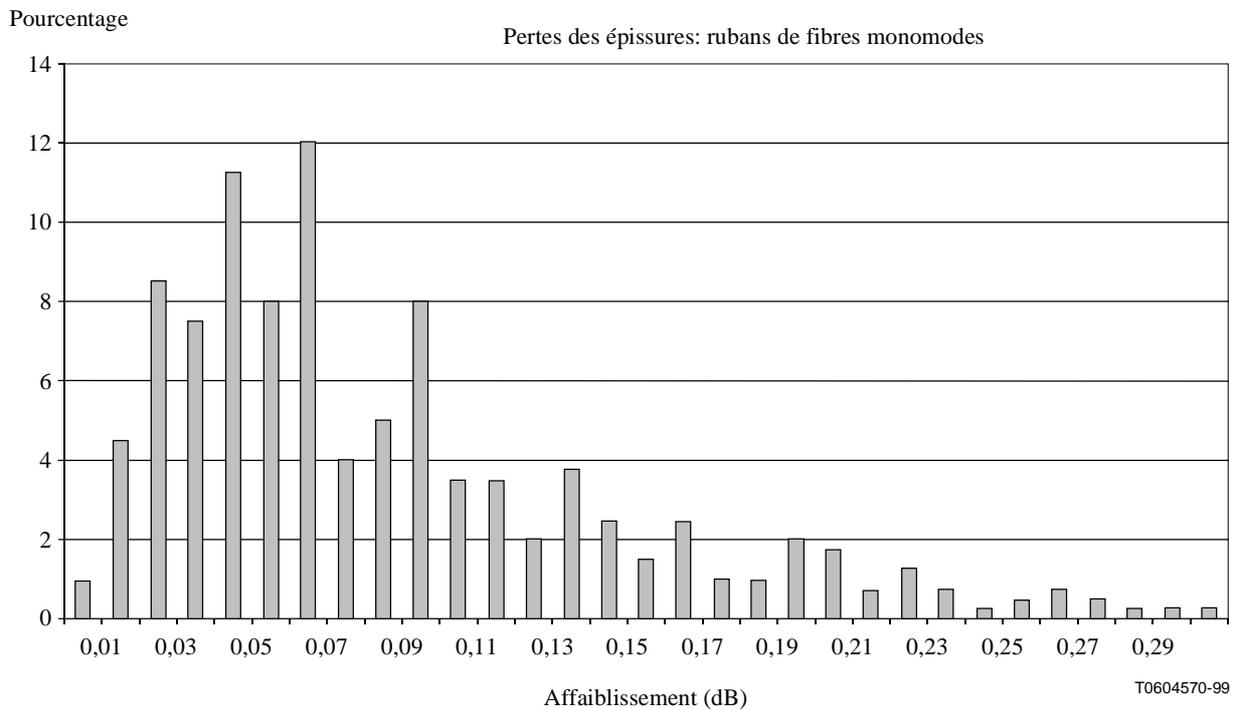
Le Tableau II.1 rend compte du comportement statistique des épissures pour trois différents types de fibres, et les Figures II.1 à II.3 présentent un diagramme à barres des valeurs mesurées. Le nombre d'épissures mesurées n'est pas représentatif du nombre d'épissures installées en Italie.

**Tableau II.1/L.12 – Valeurs moyennes d'affaiblissement calculées sur les épissures installées**

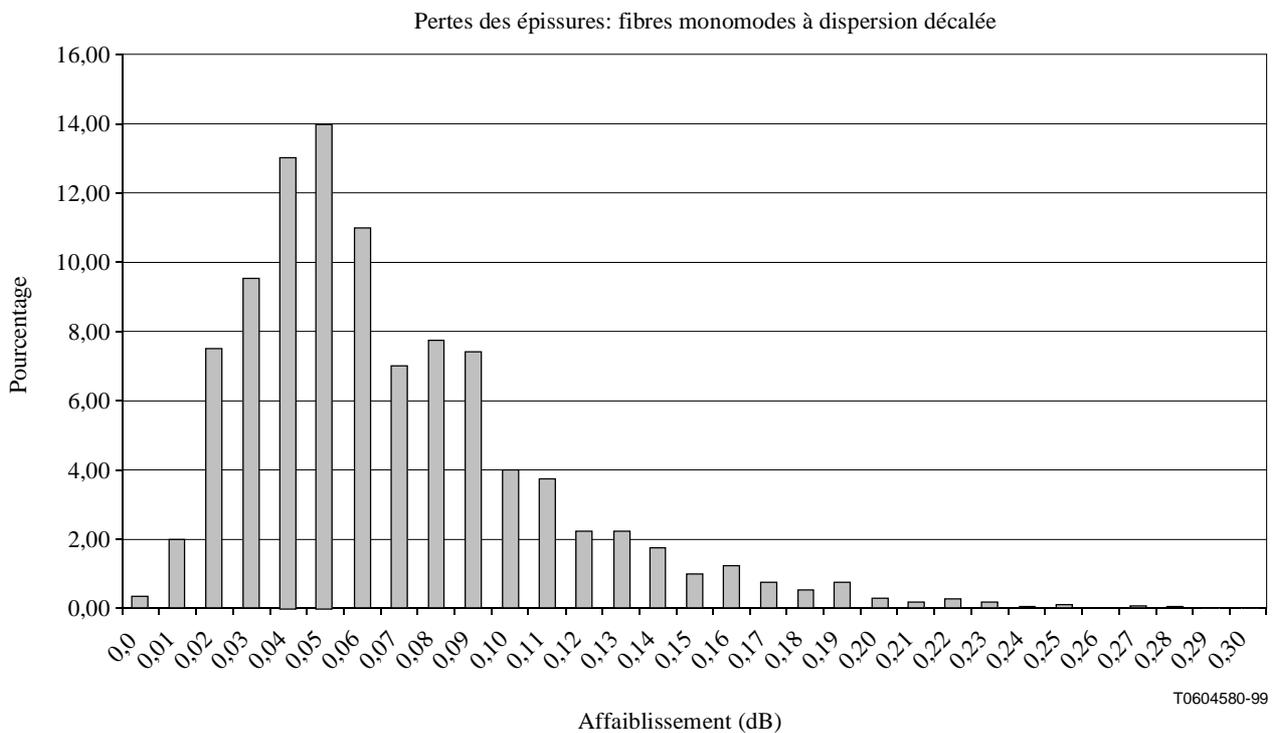
Paramètre	Monomode	Monomode à dispersion décalée	Rubans de fibres monomodes
Nombre d'épissures	1374	12 490	1680
Affaiblissement maximal (dB)	0,30	0,30	0,30
Affaiblissement moyen (dB)	0,07	0,07	0,09
Ecart type (dB)	0,11	0,04	0,08



**Figure II.1/L.12 – Diagramme à barres de la distribution de l'affaiblissement des épissures de monofibres monomodes**



**Figure II.2/L.12 – Diagramme à barres de la distribution de l'affaiblissement des épissures pour 4 fibres monomodes**



**Figure II.3/L.12 – Diagrammes à barres de la distribution de l'affaiblissement des épissures de monofibres monomodes à dispersion décalée**

### Type d'essai permettant de vérifier la fiabilité des épissures

L'objectif des essais ci-dessous est de permettre la vérification des caractéristiques fonctionnelles de l'épissure finie. Les fibres optiques doivent être conformes aux normes internationales, y compris pour ce qui concerne l'instrumentation utilisée, et les épissures doivent être réalisées conformément au mode opératoire précédent dans des conditions normalisées de la Publication de la CEI 61300-1[6]. Certains de ces essais ont déjà été décrits dans le texte de la Recommandation: le présent paragraphe donne une description de l'essai et d'autres essais possibles qui peuvent être réalisés sur les épissures mécaniques et par fusion, d'après l'expérience italienne.

### Caractéristiques optiques

#### Perte d'épissurage

La perte d'épissurage doit être mesurée conformément à la Publication de la CEI 61073-1[7], § 4.4.4, méthode 1 ou méthode 2.2 (en fonction des longueurs soumises aux essais), quelle que soit la perte d'épissurage estimée fournie par les équipements d'épissurage, sur au moins 30 échantillons.

L'exigence de perte d'épissurage dépendra de l'application. La contribution des épissures à la perte de liaison globale doit être prise en compte avec le bilan de perte global et l'installation du câble qui, par exemple, varie considérablement entre les artères interurbaines et les réseaux d'accès.

Chaque opérateur peut spécifier des pertes d'épissurage en fonction de ses besoins spécifiques; cependant, les valeurs suivantes sont recommandées pour les fibres monomodes (voir Tableau II.2):

**Tableau II.2/L.12 – Pertes d'épissurage moyennes recommandées  
pour différentes applications**

	<b>Perte moyenne</b>	<b>Valeur maximale pour 95%</b>	<b>Application type</b>
Epissures par fusion de monofibres	≤0,1 dB	≤0,5 dB	Artère interurbaine
	≤0,2 dB		Réseau d'accès
Epissures par fusion de multifibres	≤0,2 dB	≤0,8 dB	–
Epissures mécaniques de monofibres	≤0,2 dB	≤0,5 dB	Réseau d'accès
Epissures mécaniques de multifibres	≤0,2 dB	≤0,8 dB	Réseau d'accès

### **Affaiblissement d'adaptation**

Cette mesure doit être réalisée uniquement sur des épissures mécaniques conformément à la Publication de la CEI 61073-1, § 4.5.5, méthode 1 (longueur de fibre d'injection entre 2 et 3 m) ou en remplacement en utilisant un OTDR conformément à la Publication de la CEI 61300-3-6, méthode 2, sur au moins 30 échantillons.

L'affaiblissement d'adaptation admissible doit être ≥55 dB (qualité V) et ≥35 dB (qualité T).

### **Caractéristiques mécaniques**

La série d'essais suivante est recommandée pour l'évaluation des caractéristiques mécaniques des épissures: inspection visuelle, essai de traction, de flexion, de torsion et de vibration.

#### **Examen visuel**

L'examen visuel doit être réalisé conformément à la Publication de la CEI 61073-1, § 4.4.1, pour les épissures par fusion uniquement et avant l'application du dispositif de protection sur au moins 10 échantillons.

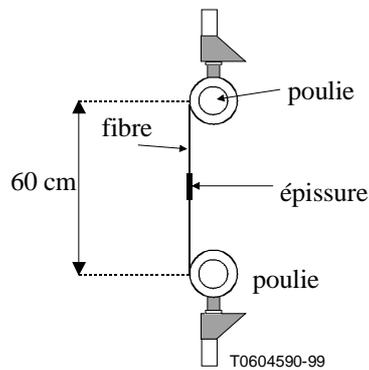
La recherche des défauts d'épissure est réalisée au moyen d'une loupe donnant un grossissement de 3 à 8 fois. La région fondue et le câble dénudé de chaque côté de la région fondue doivent être entièrement contenus dans le dispositif de protection de l'épissure. Le dispositif de protection doit maintenir le revêtement de la fibre à chaque extrémité de l'épissure. La fibre doit déboucher du dispositif de protection sans aucun signe visible de flexion ou de vrillage.

Le dispositif de protection terminé doit être exempt de débris et de vides interstitiels.

Les épissures mécaniques doivent être correctement emballées: le nom du fabricant et la date de production doivent figurer sur l'emballage.

#### **Essais de traction**

Les échantillons, par exemple l'épissure munie de queues de fibre, seront maintenus dans des poulies en acier de 6 cm de diamètre et fixés au moyen d'un petit serre-câble. La longueur calibrée entre poulies doit être de 60 cm comme illustré sur la Figure II.4 (en général, de chaque côté de l'épissure, la longueur de fibre disponible est de 1 m).



**Figure II.4/L.12 – Schéma du montage d'essai de traction**

### Charge de rupture

Au moins 30 échantillons doivent supporter un essai de traction à la rupture. La charge de traction doit être appliquée au moyen d'une machine d'essai de traction universelle à entraînement par vis à un taux de 0,5 N/s dans un environnement d'essai de  $23^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$  de température et  $50 \pm 5\%$  d'humidité relative (R.H, relative humidity).

La charge moyenne de rupture doit être  $\geq 10$  N et la charge de rupture minimale doit être  $\geq 5$  N pour les épissures (monofibres ou multifibres) par fusion munie de protection. Elle sera  $\geq 6$  N (en moyenne) et  $\geq 3$  N (au minimum) pour les épissures mécaniques (monofibres ou multifibres).

### Retenue de la fibre

Un autre ensemble d'au moins 30 échantillons doit être chargé jusqu'à  $5,0 \pm 0,5$  N à un taux de 0,5 N/s et la charge maintenue pendant 60 secondes, conformément à la Publication de la CEI 61073-1, § 4.5.2.

Pendant l'essai (au moins une fois à la charge maximale) les échantillons doivent être surveillés de manière active à  $1550 \pm 30$  nm (au moyen d'une source optique et d'un dispositif de mesure de puissance relié aux extrémités). L'affaiblissement mesuré doit être à  $\pm 0,10$  dB de la valeur initiale pour les épissures par fusion et à  $\pm 0,20$  dB pour les épissures mécaniques. A la fin de l'essai, il ne doit pas y avoir de différence (une différence signifie ici une modification de l'affaiblissement  $\geq 0,05$  B) entre l'affaiblissement initial et final.

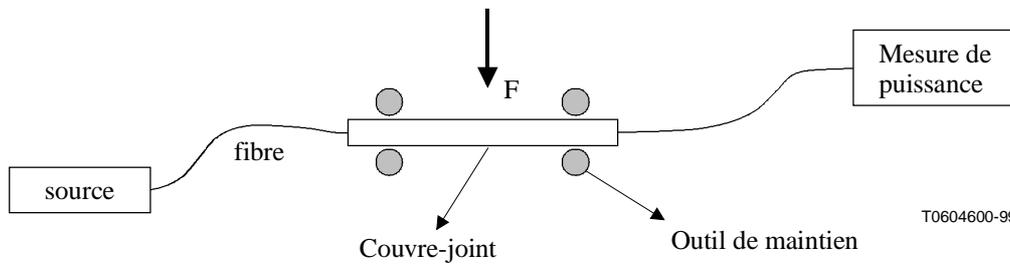
Pour les épissures mécaniques, une mesure supplémentaire de l'affaiblissement d'adaptation doit être effectuée pendant et à l'achèvement de l'essai à  $1550 \pm 30$  nm, et la valeur mesurée doit être supérieure à la valeur requise dans le paragraphe précédent ("Affaiblissement d'adaptation").

### Essai de flexion

Cet essai doit être réalisé uniquement sur les épissures par fusion (multifibres ou monofibres).

Un essai de flexion en deux points doit être effectué sur 10 échantillons à une charge d'au moins 5 N à 5% du taux de déformation, comme illustré sur la Figure II.5: il ne doit pas y avoir rupture ou déformation permanente des épissures.

Pendant l'essai, les échantillons doivent être surveillés de manière active à  $1550 \pm 30$  nm (au moyen d'une source optique et d'un dispositif de mesure de la puissance connecté aux extrémités) et l'affaiblissement doit être à  $\pm 0,10$  dB de la valeur initiale. A la fin de l'essai, il ne doit pas y avoir de différence entre l'affaiblissement initial et final.



**Figure II.5/L.12 – Schéma du montage d'essai de flexion**

### Essai de torsion

Cet essai doit être réalisé uniquement sur des épissures monofibres par fusion et mécaniques.

Au moins 10 échantillons seront soumis à une contrainte par torsion conformément à la Publication de la CEI 61073-1, § 4.5.31, appliquée à une distance de 30 cm de l'épissure. Entre-temps, une charge de traction de 2 N sera appliquée.

Le nombre de cycles complets ( $\pm 180^\circ$ ) sera de 50, avec un intervalle de 5 secondes entre chaque cycle.

Pendant l'essai (au moins une fois à chaque fois que l'angle de torsion est à sa valeur maximale) les échantillons doivent être surveillés de manière active à  $1550 \pm 30$  nm (au moyen d'une source optique et un instrument de mesure de la puissance connectée aux extrémités). L'affaiblissement ne doit être à  $\pm 0,10$  dB de la valeur initiale pour les épissures par fusion et à  $\pm 0,20$  dB pour les épissures mécaniques. A la fin de l'essai, il ne doit pas y avoir de différence entre l'affaiblissement initial et l'affaiblissement final.

Pour les épissures mécaniques, une mesure supplémentaire de l'affaiblissement d'insertion doit être réalisée pendant et à l'achèvement de l'essai à  $1550 \pm 30$  nm, et la valeur mesurée doit être supérieure à la valeur requise dans le paragraphe précédent ("Affaiblissement d'insertion").

### Vibrations

Au moins 5 épissures complètes doivent être placées sur une platine d'assemblage et soumises à des vibrations conformément à la Publication de la CEI 61073-1, § 4.5.1.

Après mesure de l'affaiblissement initial, les échantillons seront soumis à des vibrations sinusoïdales d'une amplitude de 0,75 mm. Une variation uniforme de la fréquence est appliquée dans une plage de 10-55-10 Hz. Les échantillons doivent être soumis aux essais sur chacun des trois plans perpendiculaires pendant 15 cycles pour une durée d'endurance par axe de 0,5 heure.

Pendant l'essai (l'intervalle d'échantillonnage maximal doit être de 2 s), les échantillons seront surveillés de manière active à  $1550 \pm 30$  nm (au moyen d'une source optique et d'un instrument de mesure de la puissance connectée aux extrémités). L'affaiblissement mesuré doit être de  $\pm 0,10$  dB de la valeur initiale pour les épissures par fusion et  $\pm 0,20$  dB pour les épissures mécaniques. A la fin de l'essai, il ne doit pas y avoir de différence entre l'atténuation initiale et l'atténuation finale.

Pour les épissures mécaniques, une mesure supplémentaire de l'affaiblissement d'insertion doit être réalisée pendant et à l'achèvement de l'essai à  $1550 \pm 30$  nm, et la valeur mesurée doit être supérieure à la valeur requise dans le paragraphe précédent ("Affaiblissement d'insertion").

### Caractéristiques environnementales

Afin d'évaluer les caractéristiques environnementales des dispositifs de protection des épissures par fusion et mécaniques, il est recommandé d'effectuer la série d'essais suivante.

## Conditions d'installation

Les dispositifs de protection doivent pouvoir être appliqués aux diverses températures et aux divers niveaux d'humidité indiqués ci-dessous. Les essais doivent être réalisés sur au moins 5 échantillons.

Cinq dispositifs de protection seront posés sur les épissures aux températures/niveaux d'humidité spécifiés. Avant la pose des dispositifs de protection, ces derniers auront été conditionnés pendant deux heures aux mêmes niveaux d'humidité de température. Les épissures protégées doivent satisfaire aux exigences d'affaiblissement et de résistance mécanique spécifiées dans les paragraphes précédents.

### Basse température

Conditionnement à  $0^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , humidité non contrôlée.

### Haute température, faible humidité

Conditionnement  $45^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ,  $15 \pm 5\%$  d'humidité relative.

### Haute température, haute humidité

Conditionnement à  $45^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ,  $90 \pm 5\%$  d'humidité relative.

### Critère d'essai de durée de vie dans différentes conditions environnementales

Les épissures protégées peuvent être soumises aux essais de vieillissement suivants afin de vérifier leur fiabilité et de s'assurer qu'elles satisfont aux exigences d'affaiblissement et de résistance mécanique spécifiées dans les paragraphes précédents.

Les essais, décrits dans les paragraphes ci-dessous sont conformes aux méthodes d'essai pertinentes de la CEI doivent être effectués sur au moins 5 échantillons.

Trois catégories de plages de température et de fonctionnement (voir Tableau II.3) ont été identifiées par la CEI, et chaque pays peut choisir parmi ces températures la sévérité des essais à réaliser sur les échantillons d'épissure.

**Tableau II.3/L.12 – Catégories de fonctionnement CEI**

Catégorie	Plage de température de fonctionnement (°C)	Humidité	Environnement
E	-40/+85	Immersion dans l'eau facultative	Extrême
U	-25/+70	Pas de limites	Non contrôlé
C	-10/+60	HR <85%	Contrôlé

### Changements de température

Les échantillons doivent être exposés à 12 cycles de température, dans des conditions d'humidité et de température pertinentes pour la catégorie choisie.

Le taux de changement de température doit être de  $1^{\circ}\text{C}/\text{min}$  avec 2 heures de stabilisation à chaque température.

Pendant l'essai (au moins une fois à chaque fois que la température atteint les valeurs extrêmes) l'affaiblissement doit être surveillé à 1550 nm au moyen d'une source optique et d'un instrument de mesure de la puissance connecté aux extrémités. Avant l'essai et 2 heures après la fin de l'essai, l'affaiblissement doit être mesuré à 1550 nm selon la méthode de la fibre coupée, conformément à la Publication de la CEI 61300-3-4.

L'affaiblissement doit être à  $\pm 0,10$  dB de la valeur initiale pour les épissures par fusion et à  $\pm 0,20$  dB pour les épissures mécaniques. A la fin de l'essai, il ne doit pas y avoir de différence entre l'affaiblissement initial et final.

Pour les épissures mécaniques, une mesure supplémentaire de l'affaiblissement d'adaptation doit être effectuée pendant et à l'achèvement de l'essai à  $1550 \pm 30$  nm, et la valeur mesurée doit être supérieure à la valeur requise dans le paragraphe précédent ("Affaiblissement d'adaptation").

### **Immersion dans l'eau**

Les échantillons doivent être immergés dans de l'eau déminéralisée ( $\text{pH} = 5,5 \pm 5$ ), avec un niveau d'eau de 1,5 mètres, pendant 30 jours à une température de  $43 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Pendant l'essai, l'affaiblissement doit être surveillé à 1550 nm au moyen d'une source optique et d'un instrument de mesure de la puissance connecté aux extrémités. Avant l'essai et 2 heures après la fin de l'essai, l'affaiblissement doit être mesuré à 1550 nm selon la méthode de la "fibre coupée" (CEI 61300-3-4).

L'affaiblissement doit être à  $\pm 0,10$  dB de la valeur initiale pour les épissures par fusion et à  $\pm 0,20$  dB pour les épissures mécaniques. A la fin de l'essai, il ne doit pas y avoir de différence entre l'affaiblissement initial et final.

Pour les épissures mécaniques, une mesure supplémentaire de l'affaiblissement d'insertion doit être effectuée pendant et à l'achèvement de l'essai à  $1550 \pm 30$  nm, et la valeur mesurée doit être supérieure à la valeur requise dans le paragraphe précédent ("Affaiblissement d'insertion").

### **Chaleur humide**

Les échantillons doivent être exposés pendant 96 heures à  $40 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ , pour une humidité relative de  $93 \pm 2\%$  (CEI 61300-2-19).

Pendant l'essai l'affaiblissement doit être surveillé à 1550 nm au moyen d'une source optique et d'un dispositif de mesure de la puissance connecté aux extrémités. Avant l'essai et 2 heures après la fin de l'essai, l'affaiblissement doit être mesuré à 1550 nm selon la méthode de la fibre coupée (CEI 61300-3-4). L'affaiblissement doit être à  $\pm 0,10$  dB de la valeur initiale pour les épissures par fusion et à  $\pm 0,20$  dB pour les épissures mécaniques. A la fin de l'essai, il ne doit pas y avoir de différence entre l'affaiblissement initial et final.

Pour les épissures mécaniques, une mesure supplémentaire de l'affaiblissement d'insertion doit être effectuée pendant et à l'achèvement de l'essai à  $1550 \pm 30$  nm, et la valeur mesurée doit être supérieure à la valeur requise dans le paragraphe précédent ("Affaiblissement d'adaptation").

### **Froid**

Les échantillons doivent être exposés pendant 96 heures à la température applicable à la catégorie choisie.

Pendant l'essai, l'affaiblissement doit être surveillé à 1550 nm au moyen d'une source optique et d'un dispositif de mesure de la puissance connecté aux extrémités. Avant l'essai et 2 heures après la fin de l'essai, l'affaiblissement doit être mesuré à 1550 nm selon la méthode de la "fibre coupée" (CEI 61300-3-4). L'affaiblissement doit être à  $\pm 0,10$  dB de la valeur initiale pour les épissures par fusion et à  $\pm 0,20$  dB pour les épissures mécaniques. A la fin de l'essai, il ne doit pas y avoir de différence entre l'affaiblissement initial et l'affaiblissement final.

Pour les épissures mécaniques, une mesure supplémentaire de l'affaiblissement d'insertion doit être réalisée pendant et à l'achèvement de l'essai, à  $1550 \pm 30$  nm, et la valeur mesurée doit être supérieure à la valeur requise dans le paragraphe précédent ("Affaiblissement d'adaptation").

## Cycle de chaleur humide

Les échantillons doivent être exposés à 10 cycles de température dans la plage des températures de la catégorie choisie, pour une humidité relative de  $93 \pm 3\%$ . Cet essai ne s'applique pas à l'environnement de catégorie C.

Pendant l'essai, l'affaiblissement doit être surveillé à 1550 nm au moyen d'une source optique et d'un dispositif de mesure de la puissance connectée aux extrémités. Avant l'essai et 2 heures après la fin de l'essai, l'affaiblissement doit être mesuré à 1550 nm selon la méthode de la "fibre coupée" (CEI 61300-3-4). L'affaiblissement doit être à  $\pm 0,10$  dB de la valeur initiale pour les épissures par fusion et à  $\pm 0,20$  dB pour les épissures mécaniques. A la fin de l'essai, il ne doit pas y avoir de différence entre l'affaiblissement initial et final.

Pour les épissures mécaniques, une mesure supplémentaire de l'affaiblissement d'adaptation doit être effectuée pendant et à l'achèvement de l'essai à  $1550 \pm 30$  nm, et la valeur mesurée doit être supérieure à la valeur requise dans le paragraphe précédent ("Affaiblissement d'adaptation").

## Atmosphère corrosive

Cet essai concerne la catégorie U uniquement.

Les échantillons doivent être exposés à une atmosphère corrosive conformément à la Publication de la CEI 61300-2-26 (prEN 61300-2-26). Pendant l'essai, l'affaiblissement doit être surveillé à 1550 nm au moyen d'une source optique et d'un instrument de mesure de la puissance connecté aux extrémités. Avant l'essai et 2 heures après la fin de l'essai, l'affaiblissement doit être mesuré à 1550 nm selon la méthode de la "fibre coupée" (CEI 61300-3-4). L'affaiblissement doit être à  $\pm 0,10$  dB de la valeur initiale pour les épissures par fusion et à  $\pm 0,20$  dB pour les épissures mécaniques. A la fin de l'essai, il ne doit pas y avoir de différence entre l'affaiblissement initial et final.

Pour les épissures mécaniques, une mesure supplémentaire de l'affaiblissement d'adaptation doit être effectuée pendant et à l'achèvement de l'essai à  $1550 \pm 30$  nm, et la valeur mesurée doit être supérieure à la valeur requise dans le paragraphe précédent ("Affaiblissement d'adaptation").

## APPENDICE III

### Expérience japonaise en matière d'épissurage des fibres optiques

Voir les Tableaux III.1 à III.3.

**Tableau III.1/L.12 – Caractéristiques optiques de l'épissure**

Essai	Type d'épissure	Méthode d'essai	Condition	Caractéristique
Affaiblissement d'insertion	Epissure par fusion de monofibres ou multifibres	CEI 61300-3-4; CEI 61073-1 § 4.4.4 Méthode 1 ou 2.2		<u>Affaiblissement:</u> GI: 90% = 0,1 dB 100% = 0,3 dB SM: 90% = 0,2 dB 100% = 0,3 dB DSM: 90% = 0,2 dB 100% = 0,3 dB

**Tableau III.1/L.12 – Caractéristiques optiques de l'épissure (fin)**

Affaiblissement d'insertion	Epissure mécanique de monofibres (accès)	CEI 61300-3-4; CEI 61073-1 § 4.4.4 Méthode 1 ou 2.2 (CEI 874-1 § 4.4.7)		<u>Affaiblissement:</u> Epissure mécanique SM: 90% = 0,4 dB 100% = 0,5 dB Connecteur MT SM: 100% = 0,6 dB
Affaiblissement d'insertion	Epissure mécanique multifibres (accès)	CEI 61300-3-4; CEI 61073-1 § 4.4.4 Méthode 1 ou 2.2 (CEI 874-1 § 4.4.7)		<u>Affaiblissement:</u> Epissure mécanique SM: 90% = 0,4 dB 100% = 0,5 dB Connecteur MT SM: 100% = 0,7 dB
Affaiblissement d'adaptation	Epissure mécanique de monofibres ou de multifibres	CEI 61300-3-6; CEI 61073-1 § 4.4.5 Méthode 1, 2		<u>Affaiblissement d'adaptation:</u> Epissure mécanique SM: >40 dB Connecteur MT SM: >40 dB
NOTE 1 – Au Japon, l'épissure par fusion est couverte par les UIT-T G.651, G.652 et G.653 et l'épissure mécanique est concernée uniquement par la UIT-T G.652.				
NOTE 2 – Les anciennes références de la CEI sont données entre parenthèses.				

**Tableau III.2/L.12 – Caractéristiques mécaniques d'épissure de fibre**

Essai	Type d'épissure	Méthode d'essai	Condition	Caractéristique
Résistance à la traction	Epissure par fusion de monofibres ou multifibres	CEI 61300-2-4; CEI 61073-1 § 4.5.2	<u>Charge:</u> Monofibres <8,9 N Multifibres <21,6 N	Pas de rupture
Maintien de la fibre	Epissure mécanique de monofibres ou de multifibres	CEI 61300-2-4; CEI 61073-1 § 4.5.2 (CEI 874-1 § 4.5.2)	<u>Charge:</u> Epissure mécanique Monofibres 3 N Multifibres 8,5 N Connecteur MT 5,9 N	Modification de l'affaiblissement: Epissure mécanique monofibre < 0,2 dB Multifibre < 0,2 dB Connecteur MT <0,2 dB

**Tableau III.2/L.12 – Caractéristiques mécaniques d'épissure de fibre (fin)**

Essai	Type d'épissure	Méthode d'essai	Condition	Caractéristique
Vibrations (sinusoïdales)	Epissure mécanique de monofibres ou de multifibres	CEI 61300-2-1; CEI 61073-1 § 4.5.1 (CEI 874-1 § 4.5.1)	Amplitude: 0,75 mm Fréquence: 10 – 55 Hz Durée: 24 cycles (2 heures) Sens: 3 axes	<u>Modification de l'affaiblissement:</u> Epissure mécanique <0,2 dB Connecteur MT <0,2 dB
NOTE 1 – Au Japon, l'épissure par fusion est couverte par les UIT-T G.651, G.652 et G.653 et l'épissure mécanique est concernée uniquement par la UIT-T G.652.				
NOTE 2 – Les anciennes références de la CEI sont données entre parenthèses.				

**Tableau III.3/L.12 – Caractéristiques environnementales des épissures par fusion ou mécaniques des fibres**

Essai	Méthode d'essai	Condition	Caractéristique
Changements de température	CEI 61300-2-22; (CEI 874-1 § 4.5.22)	Plage de température: -40 ~ +70 °C Durée: 10 cycles, (60 heures)	<u>Modification de l'affaiblissement:</u> Epissure mécanique <0,3 dB Epissure par fusion <0,2 dB Connecteur MT <0,3 dB
Chaleur sèche	CEI 61300-2-18; (CEI 874-1 § 4.5.18)	Température: +70 °C Durée: 240 heures	<u>Modification de l'affaiblissement:</u> Epissure mécanique <0,2 dB Epissure par fusion <0,2 dB Connecteur MT <0,2 dB
Froid	CEI 61300-2-17; (CEI 874-1 § 4.5.17)	Température: -40 °C Durée: 240 heures.	<u>Modification de l'affaiblissement:</u> Epissure mécanique <0,3 dB Epissure par fusion <0,2 dB Connecteur MT <0,3 dB
Cycle de chaleur humide (condensation)	CEI 61300-2-21; (CEI 874-1 § 4.5.21)	Plage de température -10 ~ +25 ~ +65 °C Humidité: 93% à 60 °C Durée: 10 cycles, (240 heures.)	<u>Modification de l'affaiblissement:</u> Epissure mécanique <0,3 dB Epissure par fusion <0,2 dB Connecteur MT <0,3 dB
Atmosphère corrosif	CEI 61300-2-26; (CEI 874-1 § 4.5.26)	Température: +35 °C Teneur en sel: 5% Durée: 24 heures	<u>Modification de l'affaiblissement:</u> Epissure mécanique <0,2 dB Connecteur MT <0,2 dB
NOTE 1 – Au Japon, l'épissure par fusion est couverte par les UIT-T G.651, G.652 et G.653 et l'épissure mécanique est concernée uniquement par la UIT-T G.652.			
NOTE 2 – Les anciennes références de la CEI sont données entre parenthèses.			

## APPENDICE IV

### Références bibliographiques

- [B1] ASTM D1218-99, *Standard Test Method for Refractive Index and Refractive Dispersion of Hydrocarbon liquids.*
- [B2] ASTM D972-97, *Standard Test Method for Evaporation Loss of Lubricating Greases and Oils.*
- [B3] *Measurement of industrial fugitive emissions by the FTIR Tracer Method (FTM) – FTM 791, Method 321.2.*
- [B4] *Measurement of industrial fugitive emissions by the FTIR Tracer Method (FTM) – FTM 791B, Method 3005.*

## 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	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, 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