



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

L.54

(02/2004)

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

**Boîtiers de raccordement pour câbles terrestres
marinisés**

Recommandation UIT-T L.54

Recommandation UIT-T L.54

Boîtiers de raccordement pour câbles terrestres marinisés

Résumé

La présente Recommandation concerne à la fois la conception et les caractéristiques principales que doit avoir un boîtier de raccordement immergé utilisé sur un câble terrestre marinisé (MTC, *marinized terrestrial cable*) pour être adaptée à cette application ainsi que pour garantir la durée de vie attendue de l'ensemble de la liaison de transmission.

La présente Recommandation présente les tests à effectuer sur les boîtiers de raccordement sous-marins afin de les caractériser et d'évaluer leurs performances. Pour ces tests, qui portent notamment sur la résistance mécanique et la stabilité optique des protections, on simule les effets de l'environnement (à savoir l'eau) et des interventions liées à l'installation et à la maintenance du réseau.

Source

La Recommandation L.54 de l'UIT-T a été approuvée le 6 février 2004 par la Commission d'études 6 (2001-2004) de l'UIT-T selon la procédure définie dans la Recommandation UIT-T A.8.

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.

Le respect de cette Recommandation se fait à titre volontaire. Cependant, il se peut que la Recommandation contienne certaines dispositions obligatoires (pour assurer, par exemple, l'interopérabilité et l'applicabilité) et considère que la Recommandation est respectée lorsque toutes ces dispositions sont observées. Le futur d'obligation et les autres moyens d'expression de l'obligation comme le verbe "devoir" ainsi que leurs formes négatives servent à énoncer des prescriptions. L'utilisation de ces formes ne signifie pas qu'il est obligatoire de respecter la Recommandation.

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 2004

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

TABLE DES MATIÈRES

	Page
1 Introduction	1
2 Domaine d'application	1
3 Références normatives.....	1
4 Abréviations et définitions.....	2
5 Caractéristiques principales	2
6 Tests de qualification.....	3
7 Préparation des échantillons	4
8 Mesures de référence	4
9 Tests.....	5
9.1 Stabilité en température.....	5
9.2 Traction avec torsion limitée	6
9.3 Traction avec couple de torsion minimal	7
9.4 Flexion sous contrainte (passage sur un davier).....	7
9.5 Flexion répétée (optionnel).....	8
9.6 Résistance à la pression hydraulique.....	8
9.7 Chocs	9
9.8 Vibrations	9
9.9 Résistance à la corrosion (optionnel)	10
Appendice I – Exemples de conceptions de boîtiers de raccordement disponibles sur le marché.....	11

Recommandation UIT-T L.54

Boîtiers de raccordement pour câbles terrestres marinisés

1 Introduction

Un élément important de tout système de câbles sous-marins à fibres optiques se situe au niveau du raccordement entre différents câbles.

En effet, il est très important qu'un boîtier de raccordement utilisé pour un système de câbles terrestres marinisé (MTC, *marinized terrestrial cable*) soit conçu de manière à garantir non seulement une bonne qualité de transmission pendant la durée de vie prévue, mais également une réduction des coûts de maintenance.

Un boîtier de raccordement est constitué d'une structure mécanique (boîtier de protection), reliée à l'extrémité d'au moins deux câbles sous-marins, ainsi que d'un module d'agencement contenant et protégeant les fibres et les éventuels composants passifs.

D'une manière générale, comme le boîtier de protection et les terminaisons d'armure sont habituellement conçus pour toute la famille des câbles terrestres marinisés, leur dimensionnement doit être adapté au câble le plus résistant pour la liaison considérée (résistance à la traction maximale et résistance à la pression maximale).

Les boîtiers de raccordement pour câbles terrestres marinisés sont susceptibles de contenir des épissures de fibres, des épissures en masse et des dispositifs passifs.

Ces boîtiers étant montés sur le câble avant son installation, leur conception devra également permettre de supporter toutes les manipulations et charges qu'implique la pose des câbles.

2 Domaine d'application

La présente Recommandation détaille:

- les caractéristiques mécaniques et environnementales des boîtiers de raccordement pour câbles terrestres marinisés;
- les principales performances optiques que de tels boîtiers doivent garantir au cours de leur durée de vie.

3 Références normatives

La présente Recommandation se réfère à certaines dispositions des Recommandations UIT-T et autres textes 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 de Recommandation.

- Recommandation UIT-T G.972 (2000), *Définition des termes relatifs aux systèmes de câbles optiques sous-marins*.
- Recommandation UIT-T G.976 (2000), *Méthodes de test applicables aux systèmes de câbles optiques sous-marins*.
- Recommandation UIT-T L.12 (2000), *Epissurage des fibres optiques*.

- Recommandation UIT-T L.13 (2003), *Prescriptions de qualité de service pour les nœuds optiques passifs: manchons étanches pour environnements extérieurs.*
- CEI 60068-2-6:1995, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai Fc: Vibrations (sinusoïdales).*
- CEI 60794-1-2:2003, *Câbles à fibres optiques – Partie 1-2: Spécification générique – Procédures de base applicables aux essais des câbles optiques.*
- CEI 60794-3-30:2002, *Câbles à fibres optiques – Partie 3-30: Câbles extérieurs – Spécification de famille pour les câbles optiques de télécommunication utilisés pour les traversées de lacs et de rivières.*
- CEI 61300-2-22:1995: *Dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques – Méthodes fondamentales d'essais et de mesures – Partie 2-22: Essais – Variations de température.*
- CEI 61300-2-26:1995: *Dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques – Méthodes fondamentales d'essais et de mesures – Partie 2-26: Essais – Brouillard salin.*
- CEI 61300-3-3:2003: *Dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques – Méthodes fondamentales d'essai et de mesures – Partie 3-3: Examens et mesures – Contrôle de la variation de l'affaiblissement et de la puissance réfléchie (voies multiples).*

4 Abréviations et définitions

- **MTC:** câble terrestre marinisé (*marinized terrestrial cable*) (voir la Rec. UIT-T G.972 pour la définition).
- **NOTS:** tension nominale opérationnelle (*nominal operating tensile strength*) (voir l'Appendice I/G.976 pour la définition). NOTS représente la tension opérationnelle moyenne maximale durant l'installation, le relevage et la réparation.
- **NTTS:** tension nominale transitoire (*nominal transient tensile strength*) (voir l'Appendice I/G.976 pour la définition). NTTS représente la charge maximale transitoire ou intempestive qui peut être appliquée au câble; elle est normalement limitée à un certain pourcentage de CBL (*cable breaking load*, charge de rupture du câble) pour assurer la sécurité mécanique.
- **NPTS:** tension nominale permanente (*nominal permanent tensile strength*) (voir l'Appendice I/G.976 pour la définition). NPTS représente la charge résiduelle maximale qui peut être appliquée en permanence au câble reposant au fond de l'eau après son installation.
- **OTDR:** réflectomètre optique dans le domaine temporel (*optical time domain reflectometer*).

5 Caractéristiques principales

La suite de ce document établit la liste des principales caractéristiques (optiques, mécaniques et environnementales) d'un boîtier de raccordement pour câbles terrestres marinisés.

Une telle liste peut ne pas être considérée comme exhaustive, car elle dépend des conditions particulières d'utilisation et d'environnement. Elle a cependant pour but de fournir un guide décrivant les tests essentiels à réaliser pour caractériser convenablement les boîtiers de raccordement.

Des prescriptions supplémentaires peuvent être décidées entre le ou les clients et les fabricants afin de tenir compte de conditions locales spécifiques.

De plus, des méthodes de test déjà normalisées et applicables en l'état sont également indiquées.

Un boîtier de raccordement pour câbles terrestres marinisés est conçu pour:

- rétablir l'intégrité de la gaine, incluant la continuité mécanique des éléments de l'armature;
- protéger les fibres, les boîtiers et les composants optiques de l'environnement extérieur (eau) et de manipulations indésirables;
- fournir un stockage approprié aux boîtiers, aux éventuels dispositifs passifs et aux surlongueurs de fibre;
- résister à la corrosion;
- empêcher les effets de l'hydrogène;
- permettre des interventions multiples sur les câbles et les boîtiers;
- assurer la continuité électrique, si celle-ci est requise.

Les boîtiers de raccordement sont essentiellement composés:

- d'un boîtier de raccordement contenant un support de cœur du câble et un module d'agencement;
- d'un logement de boîtier de raccordement résistant à la corrosion (par exemple en acier inoxydable);
- d'un revêtement du boîtier de raccordement approprié à fort pouvoir de protection et d'isolation;
- d'un limiteur de courbure adéquat;
- d'éléments sacrificiels métalliques (optionnel).

Le boîtier de raccordement doit être imperméable afin d'éviter que les fibres ne soient exposées à l'eau à la fois pendant la durée de vie d'exploitation et pendant et après les opérations de maintenance. Il doit être également conçu de manière à ce que l'hydrogène provenant de l'armure des câbles n'ait pas d'incidence sur les fibres.

Dans le cas où des éléments sacrificiels métalliques sont présents, il faut tout particulièrement veiller à empêcher tout affaiblissement sur les fibres optiques dû à l'évolution de l'hydrogène.

Le problème de l'évolution de l'hydrogène est l'un de ceux qui peuvent conduire à une augmentation de l'affaiblissement. Il peut normalement être résolu par différentes solutions d'ingénierie qui doivent être documentées par le fabricant.

Les équipements de stockage des boîtiers doivent tenir compte du diamètre de courbure minimal des fibres.

NOTE – On trouvera des informations concernant, d'une part, la conception de l'enveloppe de protection et du module d'agencement et, d'autre part, l'épissurage des fibres dans les Recommandations UIT-T L.13 et L.12 respectivement. Les boîtiers doivent induire un affaiblissement moyen de moins de 0,5 dB/épissure. L'affaiblissement optique dû au vieillissement doit être de moins de 0,2 dB. L'affaiblissement optique dû à l'enroulement des fibres ne doit pas excéder 0,2 dB sur l'ensemble du raccordement. Le rayon de courbure des fibres doit être de plus de 25 mm et, si possible, de plus de 30 mm.

Le Manuel de l'UIT "Construction, installation, raccordement et protection des câbles à fibres optiques" contient des informations supplémentaires concernant la manipulation et l'identification des fibres pour l'épissurage au niveau du raccordement entre câbles.

Enfin, l'Appendice I présente des exemples de protections brevetées par les plus grands fabricants mondiaux et disponibles sur le marché.

6 Tests de qualification

Le but des tests de qualification est de vérifier l'intégrité du boîtier de raccordement durant son stockage, son transport, son installation et son utilisation. Les boîtiers de raccordement pour câbles

terrestres marinisés doivent, en effet, être qualifiés pour une utilisation à la profondeur d'eau maximale où peut se trouver la liaison.

Les tests de qualification sont effectués dans le cadre du programme de développement des boîtiers de raccordement. Le but est de choisir la conception et les technologies adéquates pour démontrer que les boîtiers satisfont les attentes en matière de performances, de fiabilité et de durée de vie du système.

Les tests effectués par le fabricant peuvent être considérés comme convenables et donc pris en considération. Un programme de test d'évaluation doit être convenu entre le fabricant et le client.

En fonction des applications particulières et après accord entre le client et le fabricant, le programme de tests de qualification peut être limité à quelques-uns des tests énumérés ci-dessous.

En outre, on a indiqué pour chaque description de test et lorsque cela était applicable, les références aux normes internationales.

NOTE 1 – Les tests décrits dans la présente Recommandation doivent montrer quelles sont les fonctionnalités et performances des boîtiers de raccordement. Afin de garantir la durée de vie opérationnelle des boîtiers de raccordement, il peut s'avérer nécessaire de réaliser aussi des tests concernant les effets du vieillissement à long terme et des défauts sur les matériaux et les accessoires de protection.

NOTE 2 – Les paramètres spécifiés dans la présente Recommandation peuvent être affectés par des incertitudes de mesure provenant d'erreurs de mesure ou d'erreurs d'étalonnage dues à un manque de normes appropriées. Les critères d'acceptation doivent donc être interprétés en tenant compte de ce facteur. Pour la présente Recommandation, l'incertitude totale concernant la mesure ne doit pas excéder 0,05 dB d'affaiblissement. L'expression "pas de modification de l'affaiblissement" signifie que toute variation, qu'elle soit positive ou négative, qui reste inférieure à l'incertitude de mesure doit être ignorée.

7 Préparation des échantillons

Les boîtiers de raccordement doivent être reliés à deux échantillons de câble utilisés dans la liaison et ce, suivant les procédures d'assemblage et de désassemblage préconisées par le fabricant.

Selon la nature du test, des longueurs de câble différentes (échantillons) peuvent être reliées au boîtier d'épissure.

De plus, en fonction de la typologie et de l'importance de la liaison, le ou les clients et les fabricants pourront définir un nombre d'échantillons différent.

8 Mesures de référence

Avant le test, il faut mesurer pour référence l'affaiblissement optique, la continuité électrique de la gaine métallique et la résistance de l'isolant entre le tube métallique et les fils d'armure en acier.

Les fibres optiques peuvent être épissurées en boucle(s) pour atteindre la précision de mesure d'affaiblissement souhaitée.

Les mesures d'affaiblissement optique sont réalisées à la longueur d'onde de 1550 nm. Une évaluation à 1625 nm est à l'étude.

L'évaluation de l'affaiblissement optique des fibres et épissures est réalisée soit suivant la technique de la puissance transmise, soit suivant la technique de rétrodiffusion décrite dans la Partie 3-3 de la norme 61300-3-3 de la CEI.

La résistance électrique de l'isolant est mesurée à 500 V DC. La valeur détectée doit être approximativement égale à la résistance de l'isolation du câble indiquée dans le certificat d'homologation du câble.

De plus, la mesure de la continuité électrique de la gaine métallique doit donner une valeur de résistance de la protection d'environ 0,2 ohm.

9 Tests

Les tests doivent être réalisés dans l'ordre suivant, sauf accord différent conclu entre le client et le fabricant.

L'expression "pas de modification significative de l'affaiblissement" signifie que toute variation, qu'elle soit positive ou négative, qui reste inférieure à l'incertitude de mesure doit être ignorée.

Les échantillons 1, 2, 3 et 4

Echantillon	Premier test	Deuxième test	Troisième test	Quatrième test
Echantillon 1	Stabilité en température	Traction avec torsion limitée	Aucun	Aucun
Echantillon 2	Stabilité en température	Traction avec couple de torsion minimal	Flexion répétée NOTE – Pour des raisons pratiques on pourra utiliser de plus courtes longueurs de câble.	Chocs
Echantillon 3	Stabilité en température	Flexion sous contrainte NOTE – De plus courtes longueurs de câble (environ 50 m) peuvent être reliées à la protection.	Résistance à la pression hydraulique	Vibrations
Echantillon 4	Résistance à la corrosion	Aucun	Aucun	Aucun

9.1 Stabilité en température

Objectifs

- Prouver que les caractéristiques optiques des protections d'épissure ne sont pas modifiées par les variations de température ambiante régnant pendant le stockage, le transport et le service.
- Déterminer les spécifications particulières concernant le stockage et le transport afin d'assurer que les caractéristiques ne sont pas modifiées.

Normes internationales § 7.2.1.3/G.976; CEI 60794-1-2, Méthode F1; CEI 61300-2-22.

Préparation de l'échantillon La protection doit être connectée à deux échantillons de câble d'une longueur d'environ 100 m, suivant les procédures d'assemblage et de désassemblage préconisées par le fabricant. A l'extrémité libre des deux câbles, les fibres sont épissurées en boucle(s) pour être connectées aux instruments de mesure.

Conditions de test *Cycle de température*: 1 cycle de 24 heures (6 heures par palier de température) à +20° C, -20° C, +50° C, +20° C.

Description du test Les échantillons sont placés dans une enceinte climatisée (bobine lâche) et subissent les variations de température indiquées dans les conditions de test. Les extrémités libres des câbles sont placées en dehors de l'enceinte climatisée et les fibres sont connectées aux instruments de mesure.

NOTE – A la fin de chaque palier de température, il faut attendre que l'échantillon ait atteint une température stable pour réaliser les mesures.

Mesure	Les mesures à l'OTDR doivent être effectuées avant et après le test et à la fin de chaque palier de température.
Spécifications requises	<ul style="list-style-type: none"> – A la fin de chaque palier de température, la variation d'affaiblissement doit être de moins de 0,1 dB/épissure. – Après les tests, pas de modification significative de l'affaiblissement.

9.2 Traction avec torsion limitée

Objectifs

- Prouver que la protection peut supporter la charge de traction maximale prévue pendant la pose, le service et le relevage avec un certain degré de sécurité.
- Prouver que la protection peut supporter la torsion mécanique subie pendant ou après l'application de la charge.
- Déterminer si les performances de la protection soumise à la charge de traction sont telles qu'elle pourra être réutilisée après intervention et/ou opération de relevage.

Normes	§ 7.2.2.1/G.976; CEI 60794-1-2 Méthode E1.
Préparation de l'échantillon	Telle que décrite au § 9.1. Chaque extrémité de l'échantillon est prise dans un dispositif d'ancrage. Ces dispositifs d'ancrage doivent être tels qu'ils permettent un accès aux deux extrémités de l'échantillon pour les mesures optiques.
Conditions de test	<ul style="list-style-type: none"> – Température: ambiante; – Charge: = NTTS; <p>NOTE – Pour des protections connectées à des câbles armés, la charge devra être égale à 80% de la résistance de la couche d'armure externe du câble).</p> <ul style="list-style-type: none"> – Durée: 1 cycle de 1 heure à NTTS plus 1 de courte durée.
Description du test	L'un des dispositifs d'ancrage de l'échantillon est fixé à un serre-câble pivotant, l'autre dispositif d'ancrage est fixé à un serre-câble fixe. Le serre-câble pivotant est actionné par un équipement pivotant adéquat (par exemple un levier de torsion pour vérifier le moment de torsion appliqué). Les deux extrémités de l'échantillon ne sont pas tordues pendant le test de traction. La charge appliquée à l'échantillon augmente jusqu'à NTTS, elle est maintenue pendant une heure, puis ramenée à une valeur minimale. La charge est ensuite à nouveau amenée à NTTS, maintenue une courte période et enfin complètement relâchée.
Mesure	L'affaiblissement optique des fibres et épissures est contrôlé de façon continue durant tout le test. On mesure en permanence l'allongement, la charge de traction et la torsion du câble.
Spécifications requises	<ul style="list-style-type: none"> – Pendant le test: la variation d'affaiblissement doit être de moins de 0,1 dB/épissure. – Après le test: pas de modification significative de l'affaiblissement; pas d'endommagement de la protection.

9.3 Traction avec couple de torsion minimal

Objectifs

- Prouver que les protections (et les terminaisons des câbles) peuvent supporter la charge de traction maximale prévue pendant la pose, le service et le relevage avec un certain degré de sécurité.
- Prouver que les fibres optiques à l'intérieur de l'échantillon de câble et de la protection ne sont pas soumises à des contraintes excessives pendant et après l'application de la charge.

Normes internationales	§ 7.2.2.1/G.976; CEI 60794-1-2 Méthode E7.
Préparation de l'échantillon	Telle que décrite au § 9.2.
Conditions de test	– Température: ambiante; – Charge: = NOTS; – Durée: 1 cycle d'une heure plus 1 court.
Description du test	La méthode de test du premier échantillon est renouvelée mais la torsion est réduite au minimum. L'échantillon est étiré deux fois en augmentant la charge jusqu'à NOTS, maintenue une heure et relâchée ensuite complètement. Pour le cycle court, voir la description du test précédent.
Mesure	L'affaiblissement optique des fibres et épissures est contrôlé de manière continue durant le test. L'allongement du câble est mesuré de façon continue durant le test.
Spécifications requises	– Pendant le test: la variation d'affaiblissement doit être de moins de 0,1 dB/épissure. – Après le test: pas de modification significative de l'affaiblissement; pas d'endommagement de la protection.

9.4 Flexion sous contrainte (passage sur un davier)

Objectif

Prouver que la protection peut supporter les forces de flexion appliquées pendant l'installation ou le relevage sans subir de dégradation.

Normes internationales	§ 7.2.2.5/G.976; CEI 60794-1-2 Méthode E18.
Conditions de test	– Température: ambiante; – Charge: = NOTS et NTTS; – Durée: 10 cycles à NOTS plus 3 à NTTS.
Description du test	L'une des extrémités est fixée à un cylindre hydraulique, l'autre est fixée à une pince. Ensuite, sous une charge constante, égale à NOTS, l'échantillon est enroulé 10 fois sur un davier de 3 m de diamètre, à la vitesse d'environ 0,3 nœud (approximativement 9,24 m/minute), dans le sens horaire et antihoraire et 3 fois avec une charge égale à NTTS. Les extrémités ne doivent pas pouvoir tourner. Si différents types de câbles sont utilisés à chaque sortie de la protection, on choisira la valeur de NOTS la plus faible.

Mesure	<ul style="list-style-type: none"> – Mesure continue de l'affaiblissement de la liaison optique; – Des mesures d'affaiblissement de l'épissure sont effectuées avant le test (comme référence) et environ 20 minutes après le test.
Spécifications requises	<ul style="list-style-type: none"> – Pendant le test: la variation d'affaiblissement doit être de moins de 0,1 dB/épissure. – Après le test: pas de modification significative de l'affaiblissement; pas d'endommagement de la protection.

9.5 Flexion répétée (optionnel)

Objectif

Prouver que la protection peut supporter une flexion répétée (fatigue par flexion) appliquée près des extrémités des câbles au cours des manipulations (de l'usine au bateau, de cuve à cuve, etc.) sans dégradation.

Normes internationales	§ 7.2.3.3/G.976; CEI 60794-1-2(E6).
Conditions de test	<ul style="list-style-type: none"> – Température: ambiante; – Durée: 100 cycles d'une durée approximative de 5 secondes.
Description du test	Le câble supérieur doit être attaché à un bras pivotant, le câble inférieur est chargé avec une masse suffisante pour garder le câble tendu. Avec le bras pivotant vertical, l'extrémité du câble près de la protection doit être à mi-hauteur du davier de typiquement un mètre de diamètre. L'échantillon est alternativement courbé, par exemple à l'aide d'un pendule entraîné par de l'air, entre deux fixations test représentant au moins un quart d'un tel davier.
Mesure	Les mesures OTDR sont effectuées avant le test (comme référence), pendant et après le test.
Spécifications requises	<ul style="list-style-type: none"> – Pendant le test: la variation d'affaiblissement doit être de moins de 0,1 dB/épissure. – Après le test: pas de modification significative de l'affaiblissement; pas d'endommagement de la protection.

9.6 Résistance à la pression hydraulique

Objectifs

- Prouver que la protection est imperméable à l'eau et peut supporter la pression hydraulique maximale.
- Prouver que la résistance électrique de l'isolant est maintenue.

Normes internationales	§ 7.2.1.4/G.976; CEI 60794-1-2 Méthode F10 (à l'étude).
Préparation de l'échantillon	Chaque port de la protection doit être terminé par un échantillon de câble. L'autre extrémité de ces câbles sera correctement étanchéifiée. Pour des raisons pratiques, les fils d'armure seront retirés de l'échantillon.
Conditions de test	<ul style="list-style-type: none"> – Durée: plus de 24 h. – Pression: la pression appliquée à l'échantillon (pression à l'intérieur de l'enceinte contenant l'eau) est augmentée jusqu'à simuler la profondeur d'eau maximale de l'installation.

Description du test	L'échantillon doit être pressurisé extérieurement par de l'eau. On augmente graduellement la pression jusqu'à la valeur maximale prévue. On maintient cette pression avant de la relâcher. La vitesse d'augmentation et de relâchement de la pression doit être typiquement d'environ 15 bars/minute (simulant ainsi la vitesse normale de pose).
Mesure	L'affaiblissement de la protection et la résistance de l'isolant (optionnel) sont mesurés pendant toute la durée du test.
Spécifications requises	<ul style="list-style-type: none"> – Pendant le test: la variation d'affaiblissement doit être de moins de 0,1 dB/épissure; la résistance électrique de l'isolant doit être de plus 20 MΩ (optionnel). – Après le test: pas de modification de l'affaiblissement; pas de fluage ou de déformation de la protection; absence d'infiltration d'eau; pas d'endommagement mécanique visible de la protection.

9.7 Chocs

Objectif

Prouver que le joint de protection peut supporter les chocs mécaniques (secousses ou impacts) qui peuvent se produire durant les opérations de pose et/ou de relevage sans dommage physique, ni augmentation de l'affaiblissement résiduel.

Norme internationale	Non disponible
Préparation de l'échantillon	Voir § 9.6.
Conditions de test	<ul style="list-style-type: none"> – Température: ambiante; – Accélération de 20 g; <p>NOTE 1 – Une valeur plus faible peut être convenue entre le client et le fabricant.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Nombre de chocs: 100 suivant chaque axe principal.
Description du test	L'échantillon est introduit dans un équipement imposant à la protection des secousses à l'accélération requise. La protection subit 100 secousses suivant chacun des axes principaux avec une accélération de 20 g (voir également la Note 1) et pour une durée de 6 ms par choc.
Mesure	<p>L'affaiblissement optique des épissures est mesuré en continu pendant la durée du test.</p> <p>NOTE 2 – Les oscillations peuvent être transférées aux cordons reliant l'échantillon aux instruments de mesure et ainsi faire apparaître des valeurs d'affaiblissement optique élevées pendant le test.</p>
Spécification requise	<ul style="list-style-type: none"> – Après le test: pas de modification significative de l'affaiblissement; pas d'endommagement mécanique (fentes ou fissures) de la protection.

9.8 Vibrations

Objectif

Démontrer que la protection peut supporter les vibrations causées par les opérations de chargement, de transport et de pose (relevage).

Normes internationales	CEI 61300-2-1; CEI 60068-2-6
------------------------	------------------------------

Préparation de l'échantillon	Voir § 9.6. Les deux extrémités libres de l'échantillon doivent être étanchéifiées.
Conditions de test	<ul style="list-style-type: none"> – Fréquence des vibrations: de 10 à 100 Hz; vitesse: 0,5 octave/min; – Accélération: 5 g; – Nombre de cycles: 5 suivant chaque axe; – Direction: suivant 3 axes perpendiculaires les uns aux autres.
Description du test	<p>On fait vibrer l'échantillon suivant chacun de ses axes pendant huit heures avec une fréquence qui varie entre 10 et 100 Hz et avec une accélération de 5 g.</p> <p>NOTE – Le client et le fabricant peuvent convenir d'une durée de test plus courte.</p>
Mesure	L'affaiblissement optique des épissures est mesuré en continu.
Spécifications requises	<ul style="list-style-type: none"> – Pendant le test: la variation d'affaiblissement doit être de moins de 0,1 dB/épissure; – Après le test: pas de modification significative de l'affaiblissement; pas d'endommagement mécanique visible de la protection.

9.9 Résistance à la corrosion (optionnel)

Objectifs

- Prouver que la protection peut supporter une longue exposition à l'eau de mer.
- Prouver que toute corrosion présente ne va pas altérer les propriétés mécaniques, optiques et électriques de la protection.

Normes internationales	§ 7.2.4.2/G.976; CEI 61300-2-26.
Préparation de l'échantillon	La protection est raccordée de part et d'autre à des câbles sous-marins d'environ 10 m dont l'autre extrémité est étanchéifiée.
Conditions de test	<ul style="list-style-type: none"> – Eau de mer ou eau de mer artificielle (c'est-à-dire solution aqueuse de 5% de NaCl); – Pression: 0 kPa; – Température: 50° C (typiquement); – Durée: 5 jours.
Description du test	Le matériel submersible (protection et câble) est immergé dans l'eau dont les caractéristiques sont similaires à celles du milieu où la protection sera installée (voir les conditions de test). Le matériel est alors inspecté pour déterminer le degré de corrosion et éventuellement la production d'hydrogène. Il faut s'assurer avant le test que les extrémités des câbles sont correctement étanchéifiées. Si de l'eau de mer artificielle est utilisée, sa composition doit être spécifiée.
Spécification requise	Après le test: aucune modification des propriétés mécaniques, optiques et électriques ne doit être observée.

Appendice I

Exemples de conceptions de boîtiers de raccordement disponibles sur le marché

Le présent appendice pourra être complété et mis à jour par l'ajout d'informations concernant les boîtiers de raccordement disponibles sur le marché.

SÉRIES DES RECOMMANDATIONS UIT-T

Série A	Organisation du travail de l'UIT-T
Série B	Moyens d'expression: définitions, symboles, classification
Série C	Statistiques générales des télécommunications
Série D	Principes généraux de tarification
Série E	Exploitation générale du réseau, service téléphonique, exploitation des services et facteurs humains
Série F	Services de télécommunication non téléphoniques
Série G	Systèmes et supports de transmission, systèmes et réseaux numériques
Série H	Systèmes audiovisuels et multimédias
Série I	Réseau numérique à intégration de services
Série J	Réseaux câblés et transmission des signaux radiophoniques, télévisuels et autres signaux multimédias
Série K	Protection contre les perturbations
Série L	Construction, installation et protection des câbles et autres éléments des installations extérieures
Série M	RGT et maintenance des réseaux: systèmes de transmission, circuits téléphoniques, télégraphie, télécopie et circuits loués internationaux
Série N	Maintenance: circuits internationaux de transmission radiophonique et télévisuelle
Série O	Spécifications des appareils de mesure
Série P	Qualité de transmission téléphonique, installations téléphoniques et réseaux locaux
Série Q	Commutation et signalisation
Série R	Transmission télégraphique
Série S	Equipements terminaux de télégraphie
Série T	Terminaux des services télématiques
Série U	Commutation télégraphique
Série V	Communications de données sur le réseau téléphonique
Série X	Réseaux de données et communication entre systèmes ouverts
Série Y	Infrastructure mondiale de l'information, protocole Internet et réseaux de nouvelle génération
Série Z	Langages et aspects généraux logiciels des systèmes de télécommunication