



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

CCITT

L.14

COMITÉ CONSULTATIF
INTERNATIONAL
TÉLÉGRAPHIQUE ET TÉLÉPHONIQUE

**CONSTRUCTION, INSTALLATION ET PROTECTION
DES CÂBLES ET AUTRES ÉLÉMENTS
D'INSTALLATIONS EXTÉRIEURES**

**MÉTHODE DE MESURE POUR DÉTERMINER
LES CARACTÉRISTIQUES SOUS
CONTRAINTES DES CÂBLES À FIBRES
OPTIQUES SOUMIS À UN EFFORT
DE TRACTION**

Recommandation L.14



Genève, 1992

AVANT-PROPOS

Le CCITT (Comité consultatif international télégraphique et téléphonique) est un organe permanent de l'Union internationale des télécommunications (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 plénière du CCITT, qui se réunit tous les quatre ans, détermine les thèmes d'études et approuve les Recommandations rédigées par ses Commissions d'études. Entre les Assemblées plénières, l'approbation des Recommandations par les membres du CCITT s'effectue selon la procédure définie dans la Résolution n° 2 du CCITT (Melbourne, 1988).

La Recommandation L.14, que l'on doit à la Commission d'études VI, a été approuvée le 31 juillet 1992 selon la procédure définie dans la Résolution n° 2.

NOTE DU CCITT

Dans cette Recommandation, l'expression «Administration» est utilisée pour désigner de façon abrégée aussi bien une Administration de télécommunications qu'une exploitation privée reconnue de télécommunications.

© UIT 1992

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'éditeur.

Recommandation L.14

MÉTHODE DE MESURE POUR DÉTERMINER LES CARACTÉRISTIQUES SOUS CONTRAINTES DES CÂBLES À FIBRES OPTIQUES SOU MIS À UN EFFORT DE TRACTION

Le CCITT,

considérant

- (a) que les fibres optiques sont sensibles à l'allongement;
- (b) que la durée de vie utile des fibres optiques câblées dépend des conditions ambiantes dans lesquelles les fibres sont utilisées, l'élément important étant ici l'allongement de la fibre une fois le câble installé;
- (c) que dans les câbles à structure lâche, un redressement de la fibre provoqué par un allongement du câble conduira à une augmentation de l'affaiblissement dès que la fibre touchera la paroi intérieure de son gainage; il n'existe toutefois pas de relation simple entre l'allongement appliqué au câble et l'accroissement de l'affaiblissement, ce dernier dépendant également des propriétés des matériaux tant du revêtement primaire que du gainage;
- (d) que dans un câble à tube central (qu'il comporte une fibre unique, ou plusieurs fibres en toron ou en ruban), l'allongement du câble et le redressement des fibres peuvent atteindre une valeur considérable sans aucune augmentation de l'affaiblissement;
- (e) que pour les câbles à structure serrée, l'allongement des fibres est directement lié à l'allongement des câbles sans augmentation notable de l'atténuation tant que l'allongement du câble reste inférieur à un seuil spécifié, valeur qui peut être facilement mesurée;
- (f) qu'il est nécessaire d'évaluer les caractéristiques sous contraintes des câbles à fibres optiques;
- (g) que les directives d'essai restent à formuler,

recommande

- (1) de mesurer l'allongement des fibres et/ou leur affaiblissement optique en fonction de l'allongement du câble dans le but de comprendre le comportement mécanique d'un câble à fibres optiques soumis à la traction;
- (2) de se conformer à la méthode E1 «Résistance à la traction» prescrite par la CEI dans sa Publication 794-1 pour la mesure de l'affaiblissement d'une fibre optique en fonction de la tension du câble;
- (3) d'appliquer la méthode suivante pour la mesure de l'allongement des fibres en fonction de la tension du câble.

1 Introduction

Les différentes structures de câble se basent sur un concept qui autorise pour le câble une certaine marge d'allongement.

La structure du câble doit être telle qu'elle assure la protection de la fibre optique contre l'allongement induit au moment de l'installation du câble et pendant sa durée de vie utile. Elle doit garantir que, pendant les opérations de tirage sous l'effet de forces de traction limitées imposées, les fibres subissent un minimum d'allongement, afin d'éviter le développement significatif de fissures sur les fibres et l'augmentation de l'affaiblissement.

Une méthode est indiquée pour mesurer directement les caractéristiques sous contraintes des fibres optiques. Cette méthode, qui utilise le déphasage d'un signal modulé injecté dans la fibre, peut donner des informations concernant à la fois la force de traction maximale admissible pour l'installation sur site et la marge d'allongement du câble.

2 Principe de mesure

Une méthode de mesure par déphasage est utilisée pour évaluer l'allongement des fibres dans la gamme des charges mécaniques spécifiées pour le câble optique soumis à l'essai.

On mesure l'allongement des fibres optiques dans un câble soumis à un effort de traction en utilisant une source de lumière modulée. Dans le domaine fréquentiel, le déphasage du signal modulé est fonction de l'allongement de la fibre. Selon la fréquence de modulation, on peut mesurer cet allongement avec une grande précision, même sur de courtes longueurs de câble soumises à l'essai. La manière de fixer le câble peut nécessiter un montage différent, en fonction de sa structure et de l'information qu'on désire obtenir de la mesure (force de traction maximale et/ou marge d'allongement du câble).

Un câble à fibres optiques d'une longueur appropriée est soumis mécaniquement à une charge de traction. La force de traction est mesurée à l'aide d'un dynamomètre. On mesure également l'allongement du câble dû à cette force. L'allongement des fibres est mesuré à l'aide d'une source de lumière de longueur d'onde appropriée modulée par une fréquence stable; la précision de la mesure dépend de la fréquence du signal modulant. A l'extrémité opposée de la fibre, le signal parvient à un détecteur à caractéristique de réponse suffisante en haute fréquence. La phase du signal à la sortie du détecteur est comparée avec la phase du signal du générateur de fréquence. La variation de déphasage ainsi observée est proportionnelle à l'allongement de la fibre optique. Cette relation entre le déphasage et la longueur doit être établie pour chaque type de fibre par une mesure d'étalonnage initiale.

Lorsqu'un signal optique est modulé sinusoidalement, la phase du signal de modulation se propage à la vitesse de groupe le long de la fibre de telle façon qu'après une longueur L de fibre la phase soit égale à:

$$\phi = (2\pi f/c) NL$$

où

f est la fréquence de modulation;

c est la célérité de la lumière dans le vide;

N est l'indice réel de groupe de la fibre comprenant les effets de dispersion.

Toutefois, le déphasage n'est pas dû uniquement au changement de longueur de la fibre, mais aussi au changement de l'indice de groupe N causé par l'effet opto-élastique. Une mesure d'étalonnage pour chaque type de fibre est donc nécessaire pour établir la relation précise entre le déphasage et l'allongement de la fibre. Il est très important qu'à chacune des deux extrémités de l'échantillon du câble testé il n'y ait aucun mouvement relatif entre les différents éléments constitutifs du câble.

3 Procédure

3.1 Fibre d'étalonnage

On utilisera une fibre de référence de longueur connue et du même type que la fibre soumise à l'essai pour déterminer la relation entre le déphasage et l'allongement de la fibre.

3.2 Etalonnage au banc d'essai

Installer la fibre de référence sur le banc d'essai et la connecter à l'appareil de mesure optique.

Augmenter progressivement l'allongement de la fibre dans l'intervalle des valeurs d'allongements qu'on prévoit de rencontrer pendant l'essai en traction du câble.

Mesurer et enregistrer (continuellement de préférence) la variation de déphasage en fonction de l'allongement de la fibre de référence.

La relation ainsi déterminée tient compte des changements de l'indice de groupe dus à l'allongement.

Remarque 1 – Il est recommandé d'effectuer l'étalonnage avec plusieurs échantillons de fibre de référence du même type, prélevés de préférence sur différents rouleaux. On évitera ainsi l'influence des irrégularités locales des fibres sur la mesure.

Remarque 2 – Il n'est pas nécessaire de répéter cet étalonnage avant chaque essai de câble en traction, tant que le câble utilise le même type de fibres.

3.3 *Mesures sur échantillon*

Placer les extrémités de la longueur de câble soumise à l'essai dans les pinces de fixation.

Connecter la fibre testée du câble soumis à l'essai de traction aux appareils de mesure.

Effectuer l'essai en traction du câble conformément à la méthode E1 de la Publication 794-1 de la CEI.

Pour la plupart des structures de câbles (câbles à toron de fibre par exemple), la fixation des éléments du câble à l'exception des fibres est pratique et suffit pour obtenir à la fois la charge de traction maximale admissible et la marge d'allongement du câble.

Toutefois, pour certaines structures de câbles (câbles à tube unique à structure lâche par exemple), il peut s'avérer nécessaire d'empêcher les fibres de glisser afin de connaître la véritable surlongueur.

Tant la force appliquée au câble que l'allongement des fibres doivent être enregistrés en fonction de l'allongement du câble.

Durant l'étirage de l'échantillon, prendre garde à ne pas altérer la longueur de référence.

Pendant cet essai, mesurer et enregistrer (continuellement de préférence) le déphasage en fonction de la charge mécanique du câble et/ou de son allongement.

Calculer l'allongement correspondant de la fibre en utilisant le facteur déduit de l'étalonnage décrit au § 3.2.

La charge mécanique pour laquelle la fibre commence à s'allonger peut être obtenue si nécessaire à partir de la représentation graphique de l'allongement de la fibre en fonction de la charge: elle correspond au point d'intersection de la partie linéaire de la courbe avec l'axe des abscisses représentant les charges.

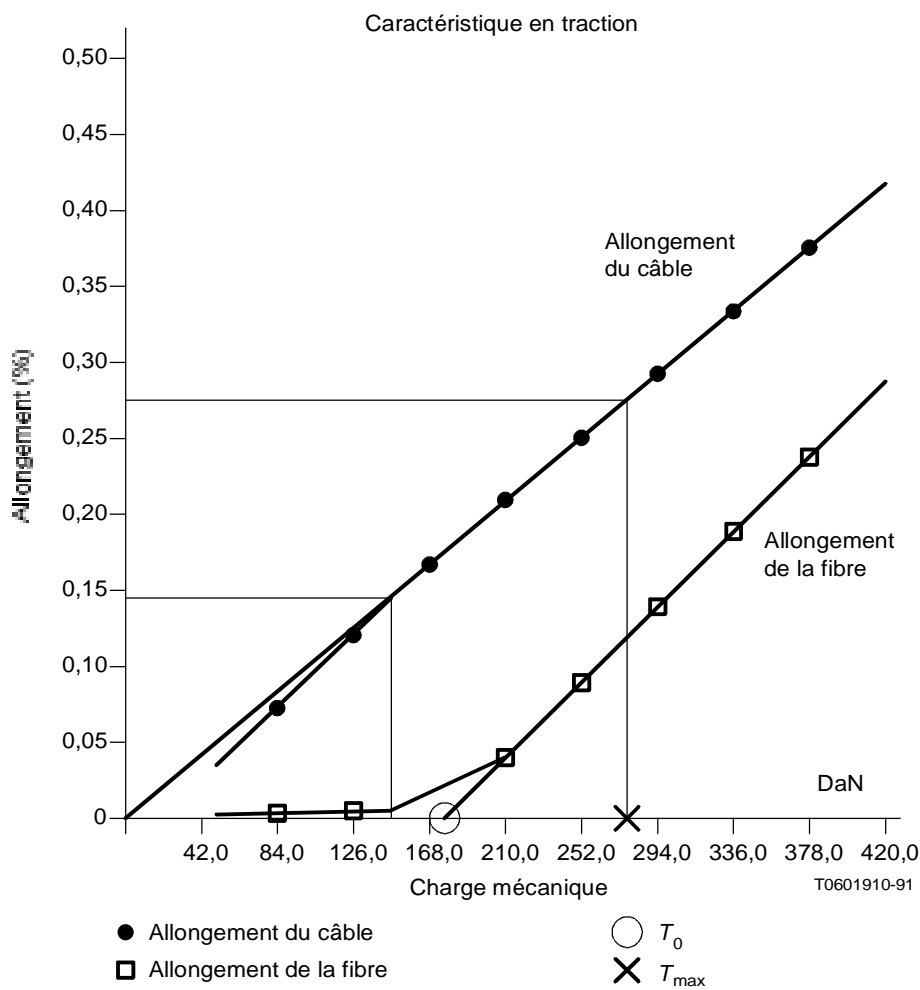
Remarque – En première approximation, la longueur de la fibre soumise à l'allongement est considérée comme égale à la longueur du câble soumis à l'essai en traction sauf pour les câbles à structure serrée. Il faut noter cependant que la valeur calculée de l'allongement de la fibre est affectée par la précision de mesure de cette longueur de câble et par la surlongueur de fibre dans le câble qui dépend de la structure de celui-ci (structures lâches).

APPENDICE

(à la Recommandation L.14)

Présentation des résultats

La figure I-1/L.14 montre un exemple de présentation des résultats des mesures des allongements du câble et de la fibre dans le cas d'une structure lâche.



Remarque – T_0 correspond à la charge mécanique pour laquelle la fibre est soumise à l'allongement.

T_{max} correspond à la charge de traction maximale spécifiée.

FIGURE I-1 / L.14

Allongement du câble et de la fibre en fonction de la charge mécanique

La figure I-2/L.14 montre un exemple de montage d'essai.

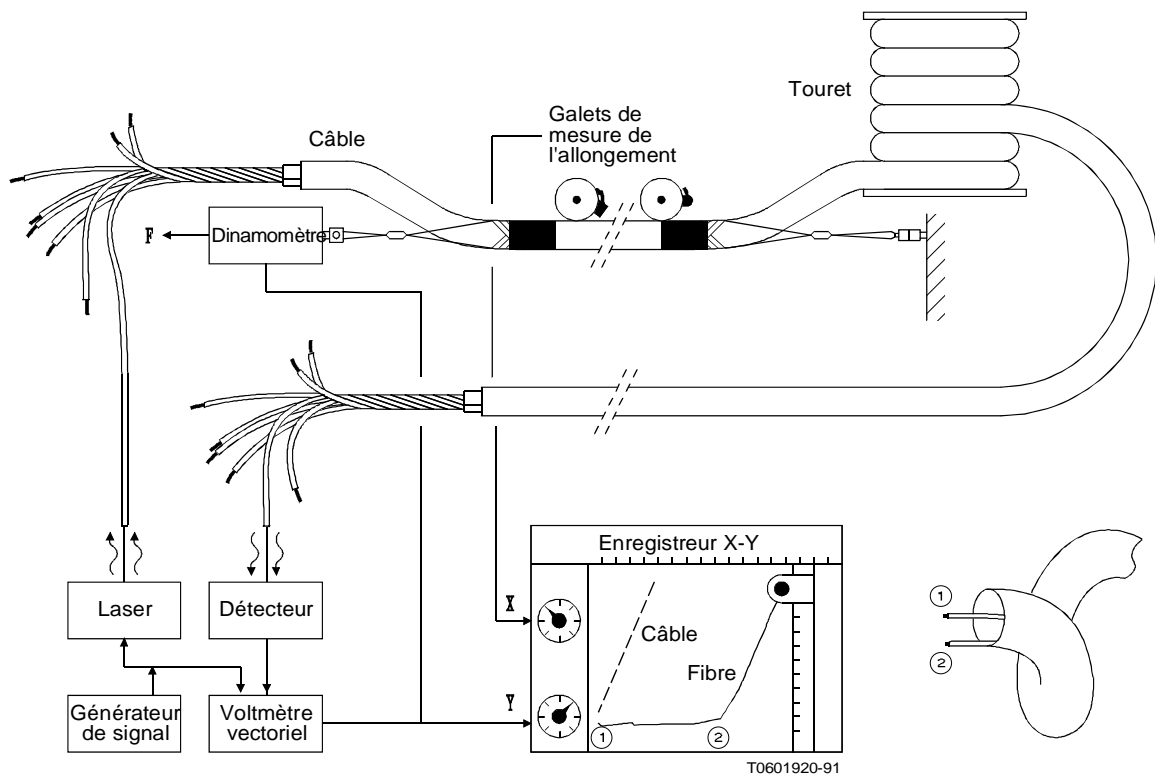


FIGURE I-2 / L.14

Montage d'extensométrie pour fibres optiques