

NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD

CEI  
IEC

60794-1-2

1999

AMENDEMENT 1  
AMENDMENT 1  
2002-07

Amendement 1

**Câbles à fibres optiques –**

**Partie 1-2:  
Spécification générique –  
Procédures de base applicables  
aux essais des câbles optiques**

Amendment 1

**Optical fibre cables –**

**Part 1-2:  
Generic specification –  
Basic optical cable test procedures**

© IEC 2002 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

International Electrotechnical Commission, 3, rue de Varembé, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland  
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: inmail@iec.ch Web: www.iec.ch



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX  
PRICE CODE

M

Pour prix, voir catalogue en vigueur  
For price, see current catalogue

## AVANT-PROPOS

Le présent amendement a été établi par le sous-comité 86A: Fibres et câbles, du comité d'études 86 de la CEI: Fibres optiques.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
86A/788/FDIS	86A/802/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cet amendement.

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de ses amendements ne sera pas modifié avant 2005. A cette date, la publication sera

- reconduite;
- supprimée;
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

Page 18

## 2 Références normatives

Ajouter, à la liste existante, les normes suivantes:

CEI 60793-1-40, *Fibres optiques – Partie 1-40: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Affaiblissement*<sup>1</sup>

CEI 60793-1-46, *Fibres optiques – Partie 1-46: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Contrôle des variations du facteur de transmission optique*

Page 20

## 3 Généralités et guide

Remplacer le paragraphe 3.8 «Etalonnage» par le nouveau paragraphe suivant:

### 3.8 Guide d'étalonnage

#### 3.8.1 Etalonnage

Le processus d'étalonnage peut être défini comme l'ensemble d'opérations qui établissent, sous certaines conditions, la relation entre les valeurs indiquées par un système de mesure et les valeurs connues d'une référence. Une fois établie, cette relation peut être utilisée pour ajuster le système de mesure afin de corriger les erreurs statistiquement significatives. Le réglage du système peut prendre la forme, par exemple, d'un réglage physique ou logique si on a connaissance de l'existence d'une relation déterministe.

<sup>1</sup> La CEI 60793-1-40 ainsi que les autres normes de la série 60793-1-4X annulent et remplacent la deuxième édition de la CEI 60793-1-4, dont elles constituent une révision technique.

## FOREWORD

This amendment has been prepared by subcommittee 86A: Fibres and cables, of IEC technical committee 86: Fibre optics.

The text of this amendment is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
86A/788/FDIS	86A/802/RVD

Full information on the voting for the approval of this amendment can be found in the report on voting indicated in the above table.

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendments will remain unchanged until 2005. At this date, the publication will be

- reconfirmed;
- withdrawn;
- replaced by a revised edition, or
- amended.

Page 19

## 2 Normative references

*Add, to the existing list, the following standards:*

IEC 60793-1-40, *Optical fibres – Part 1-40: Measurement methods and test procedures – Attenuation*<sup>1</sup>

IEC 60793-1-46, *Optical fibres – Part 1-46: Measurement methods and test procedures – Monitoring of changes in optical transmittance*

Page 21

## 3 General and guidance

*Replace the existing subclause 3.8 “Calibration” by the following new subclause:*

### 3.8 Calibration guidance

#### 3.8.1 Calibration

The process of calibration may be defined as the set of operations which establish, under specified conditions, the relationship between values indicated by a measuring system and the known values of a reference material. Once established, this relationship may be used to adjust the measuring system to correct for statistically significant bias. Adjustment of the system may take the form of, for example, a hardware or a software adjustment if a deterministic relationship is known to exist.

<sup>1</sup> IEC 60793-1-40, together with the other standards of the IEC 60793-1-4X series, cancels and replaces the second edition of IEC 60793-1-4, of which they constitute a technical revision.

S'assurer, avant usage, que l'appareil est étalonné et réglé conformément aux instructions du fabricant, afin de minimiser l'incertitude de mesure.

Relever les données pertinentes d'étalonnage, telle que la valeur étalonnée et l'incertitude de la référence ou de l'équipement d'essai utilisé.

### 3.8.2 Evaluation des incertitudes <sup>2</sup>

L'incertitude de la mesure peut-être définie comme la plage à l'intérieur de laquelle on estime que la valeur vraie d'une grandeur mesurée (mesurande) se trouve avec une probabilité donnée (ou niveau de confiance). L'incertitude de mesure comprend normalement plusieurs composantes, dont certaines peuvent être estimées par des techniques statistiques (connues sous le nom d'incertitudes de type A) tandis que d'autres le sont sur la base de l'expérience ou d'autres informations (connues sous le nom d'incertitudes de type B). Les composantes d'incertitudes, ou variances, sont cumulatives, et un intervalle de confiance peut être calculé pour les mesures basées sur la somme des composants de la variance.

Une structure type des incertitudes peut inclure les sources d'incertitudes suivantes:

- incertitude d'étalonnage des matériaux de référence ou de l'équipement utilisés – normalement indiquée dans le certificat d'étalonnage des étalons;
- incertitude de transfert – changements estimés dans des valeurs certifiées des matériaux de référence ou de l'équipement depuis leur étalonnage;
- incertitude aléatoire de fonctionnement – effets prévisibles des conditions d'environnement, telles que la température et l'humidité;
- incertitude statistique de mesure de l'échantillon et de l'étalon – en raison, par exemple, du bruit électrique, des vibrations, de la quantification des données etc.

Page 78

## 16 Méthode E13: Détérioration par plombs de chasse

*Remplacer l'article 16 existant par le nouvel article suivant:*

## 16 Méthode E13: Dommages causés par les coups de fusil

### 16.1 Objet

Le but de cet essai est de déterminer la capacité des câbles optiques aériens à supporter les dommages causés par un coup de fusil de chasse.

### 16.2 Généralités

Deux méthodes d'essai sont décrites. Ces méthodes sont:

- a) la méthode E13A, dans laquelle un coup de fusil est tiré sur un échantillon de câble monté dans un cadre;
- b) la méthode E13B, qui simule l'impact à partir d'un grain de plomb. Un seul plomb est percuté sur un échantillon de câble avec une force équivalente à celle d'un plomb tiré d'un fusil à une distance donnée pouvant aller jusqu'à 40 m.

<sup>2</sup> ISO Guide ISBN 92-67-20188-3: 1995, Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure.

Ensure the apparatus is calibrated and adjusted in accordance with the manufacturer instructions before use, in order to minimize measurement uncertainty.

Record relevant information of the calibration process, such as the calibrated value and uncertainty of the reference material or test equipment used.

### 3.8.2 Assessment of uncertainties <sup>2</sup>

Measurement uncertainty may be defined as the range within which the true value of a measured quantity (the measurand) is estimated to lie, within a given likelihood (or confidence level). The measurement uncertainty normally comprises several components, some of which may be estimated using statistical techniques (known as Type A uncertainties) whilst others may be estimated on the basis of experience or other information (known as Type B uncertainties). Components of uncertainty, or variance, are additive, and a confidence interval may be calculated for the measurements based on the sum of the variance components.

A typical build-up of uncertainty may include the following sources of uncertainty:

- calibration uncertainty of reference materials or equipment used – normally stated on the calibration certificates of the standards;
- transfer uncertainty – estimated changes in the certified values of reference materials or equipment since they were calibrated;
- operational uncertainty – estimated effects of environmental conditions, such as temperature and humidity.
- statistical (random) uncertainty in the measurement of the specimen and the calibration standard – due to, for example, electrical noise, vibration, data quantization, etc.

Page 79

## 16 Method E13: Shotgun damage

*Replace the existing clause 16 by the following new clause:*

## 16 Method E13: Shotgun damage

### 16.1 Object

The purpose of this test is to determine the ability of aerial optical cables to withstand shotgun damage.

### 16.2 General

Two test methods are described. These are:

- a) method E13A, in which a shotgun is fired at a cable sample mounted on a frame;
- b) method E13B, which simulates the impact from a shotgun pellet: a single pellet is impacted into a cable sample with the energy equivalent to that of a pellet fired from a shotgun at a given range, up to 40 m.

<sup>2</sup> ISO Guide ISBN 92-67-10188-9: 1995, Guide to the expression of uncertainty in measurement.

## **16.3 Méthode E13A**

### **16.3.1 Echantillon**

Une longueur de câble optique (typiquement de 3 m) est utilisée.

### **16.3.2 Appareillage**

L'appareillage comprend ce qui suit.

- a) Un fusil de chasse, comme spécifié dans la spécification particulière.

NOTE 1 Le type de fusil variera vraisemblablement d'un pays à un autre.

- b) Un cadre pour maintenir l'échantillon de câble. Il est important que l'échantillon puisse bouger librement et il convient que le montage d'essai prenne aussi en compte le fait que le coup de fusil puisse, en fonction de l'arme utilisée, donner un tir dispersé de manière elliptique.

- c) Des plombs:

- 1) numéros 4 ou 7, ou selon ce qui est spécifié dans la spécification particulière;

NOTE 2 Le numéro du plomb variera vraisemblablement d'un pays à un autre et il convient qu'il matérialise le risque particulier auquel l'installation est exposée. Il est recommandé d'enregistrer le diamètre du plomb.

- 2) le type de plomb doit être spécifié dans la spécification particulière;

NOTE 3 D'ordinaire, selon les pays, on utilise du plomb ou des matériaux composites. Les projectiles en plomb se déforment à l'impact et causent moins de dommages que les projectiles en acier. Il est recommandé d'enregistrer le type de plomb.

- 3) le type de cartouche doit être spécifié dans la spécification particulière.

### **16.3.3 Procédure**

L'échantillon de câble doit être monté sur un cadre et être percuté à la distance spécifiée dans la spécification particulière. La distance typique est de 20 m.

### **16.3.4 Prescriptions**

La continuité optique des fibres de l'échantillon de câble doit être conservée à l'issue de l'essai.

Le rapport d'essai doit fournir les informations suivantes:

- a) les détails de la configuration d'essai, y compris l'orientation du câble;
- b) les observations des dommages infligés, dont la continuité de la fibre;
- c) le nombre d'essais réalisés pour obtenir les impacts visibles minimaux;
- d) le diamètre des projectiles;
- e) le matériau des projectiles.

### **16.3.5 Détails à spécifier**

La spécification particulière doit inclure les informations suivantes:

- a) type de fusil;
- b) numéro des projectiles et diamètre;
- c) type de projectiles;
- d) type de cartouche;
- e) distance entre le fusil et l'échantillon;
- f) critères d'acceptation.

### 16.3 Method E13A

#### 16.3.1 Sample

A length of optical cable (typically 3 m long) is used.

#### 16.3.2 Apparatus

The apparatus consists of the following.

- a) A shotgun, as specified in the detail specification.

NOTE 1 The type of gun is likely to vary from country to country.

- b) A frame for holding the cable sample. It is important that the sample be free to move and the test set-up should also take into account that the shot may scatter in an elliptical manner depending on the gun used.

- c) Gunshot:

- 1) size 4 or 7, or as specified in the detail specification;

NOTE 2 The shot size is likely to vary from country to country and should represent the hazard particular to the installation. It is recommended that the shot diameter be recorded.

- 2) the shot type shall be specified in the detail specification;

NOTE 3 Typically lead steel or composite materials are used, depending on the country. Lead shot deforms on impact and is less damaging than steel shot. It is recommended that the shot material be recorded.

- 3) the cartridge type shall be specified in the detail specification.

#### 16.3.3 Procedure

The cable sample shall be mounted on the frame and shot at from the distance specified in the detail specification. A typical distance is 20 m.

#### 16.3.4 Requirements

The fibres within the cable sample shall be optically continuous after the test.

The test report shall include the following information:

- a) details of test configuration, including cable orientation;
- b) report of damage inflicted, including fibre continuity;
- c) number of tests carried out to achieve minimum visible impacts;
- d) shot diameter;
- e) shot material.

#### 16.3.5 Details to be specified

The detail specification shall include the following information:

- a) gun type;
- b) shot size and diameter;
- c) shot type;
- d) cartridge type;
- e) distance between gun and sample;
- f) acceptance criteria.



## 16.4 Méthode E13B

### 16.4.1 Echantillon

La longueur de l'échantillon doit être suffisante pour réaliser les essais spécifiés. Une petite longueur est appropriée lorsqu'il s'agit d'évaluer seulement les dommages physiques, mais des longueurs plus importantes seront nécessaires pour permettre les mesures optiques.

### 16.4.2 Appareillage

Un appareillage adéquat est indiqué à la figure 16. Cet appareillage comprend ce qui suit.

#### a) Une masse tombante.

Un schéma de la masse tombante, y compris le corps de la masse tombante et un support de projectile, est donné à la figure 17.

La masse utilisée doit être suffisante pour simuler, lorsqu'elle est lâchée de la hauteur appropriée, la force d'un coup tiré depuis une distance donnée. A titre d'information, un guide pour le calcul des poids et hauteurs adaptés à un numéro donné de projectile est donné en 16.4.6.

Il convient de choisir le support de projectile de telle manière que son diamètre «B» ne soit pas supérieur au diamètre total du grain de plomb et qu'il soit normalement inférieur de 0,2 mm. Il convient que la face du support soit profilée pour offrir une arrivée à plat, comme représenté par «A», de manière à réduire le risque de cisaillement du plomb et de détérioration du support.

Pour les petits câbles (normalement <10 mm), il est admis d'utiliser une autre masse tombante et un autre support de projectile pour obtenir une précision d'essai améliorée (voir la figure 18), pour empêcher toute rotation de l'échantillon et/ou toute déviation du projectile au cours de l'essai.

- b) Un tube de guidage de la masse tombante pour guider la masse vers l'échantillon d'essai, y compris des chevilles de déblocage pour arrêter la masse tombante à la hauteur de chute prescrite. On utilise normalement une section carrée de 25,4 mm pour réduire la friction entre la surface interne du tube de guidage et la surface externe du corps de masse tombante cylindrique.
- c) Un bloc de positionnement.
- d) Des projectiles numéro 4 ou 7, ou comme spécifié dans la spécification particulière.
- e) Un adhésif plastique.
- f) Un équipement d'essai optique, si prescrit, pour mesurer les performances optiques.

### 16.4.3 Procédure

L'échantillon de câble doit être placé sur le bloc de positionnement, directement au-dessus du trou de la zone de la cible. Il est admis d'utiliser des plots, fixés au bloc de positionnement, pour maintenir l'échantillon en place. Si on enregistre une transmission optique, l'échantillon doit être placé de manière à ce que le plomb ait un impact sur au moins une fibre entrain d'être mesurée. Le grain de plomb est monté sur le support de la masse tombante avec un matériau approprié, par exemple un adhésif plastique réutilisable. Il est recommandé d'en utiliser une faible quantité de manière à ce que l'impact ne soit pas absorbé par l'adhésif. La masse est ensuite fixée à la hauteur appropriée dans le tube de guidage avec les chevilles de déblocage. Les chevilles de déblocage sont ensuite retirées, permettant à la masse tombante d'exercer un impact sur l'échantillon de câble.

Sauf spécification contraire, l'essai est réalisé une seule fois sur le même emplacement d'échantillon.



## 16.4 Method E13B

### 16.4.1 Sample

The sample length shall be sufficient to carry out the testing specified. A short length is adequate when only physical damage is to be evaluated, but longer lengths will be necessary to permit optical measurements.

### 16.4.2 Apparatus

A suitable apparatus is given in figure 16. The apparatus comprises the following.

a) A drop weight.

A schematic of the drop weight, which incorporates the drop-weight body and a shot support pin is given in figure 17.

The weight used shall be sufficient to simulate the energy of a shot fired from a given range, when dropped from the relevant height. For information purposes, guidance on the calculation of suitable weights and drop heights for a given shot size is given in 16.4.6.

The shot support pin should be chosen such that its diameter "B" is not greater than the overall diameter of the shotgun pellet and is typically 0,2 mm smaller. The pin face should be profiled to give a flat landing, shown by "A", in order to reduce the risk of pellet shearing and pin damage.

For small cables (typically <10 mm), an alternative drop weight and shot support pin may be used for improved test accuracy (see figure 18), in order to prevent sample rotation and/or shot deflection during the test.

b) A drop-weight guiding tube, to guide the weight towards the test sample, incorporating release pins to secure the drop weight at the required drop height. Typically, a 25,4 mm square section is used to minimize friction between the inner surface of the guide tube and the outer surface of the cylindrical drop-weight body.

c) A location block.

d) Gunshot, size 4 or 7, or as specified in the detail specification.

e) Plastic adhesive.

f) Optical test equipment, if required, to measure the optical performance.

### 16.4.3 Procedure

The cable sample shall be placed on the location block, directly over the target zone hole. Clamps, fitted to the location block, may be used to secure the sample in place. If optical transmission is being recorded, the sample shall be placed so that the pellet will impact above at least one fibre that is being measured. The pellet is fitted to the pin of the drop weight using a suitable material, such as a reusable plastic adhesive. A small amount should be used such that the impact is not absorbed by the adhesive. The weight is then fixed at the appropriate height in the guide tube with the release pins. The release pins are then removed, allowing the drop weight to impact on the cable sample.

Unless otherwise specified, the test is only carried out once at the same sample location.

#### 16.4.4 Prescriptions

Les critères d'acceptation pour l'essai doivent être indiqués dans la spécification particulière. Parmi les modes de défaillance types, on peut citer les dommages aux éléments du cœur du câble (par exemple perçage des tubes présentant du jeu) et la perte de continuité.

#### 16.4.5 Détails à spécifier

La spécification particulière doit inclure les informations suivantes:

- a) numéro du projectile;
- b) type du projectile;
- c) masse tombante;
- d) hauteur de la chute;
- e) nombre d'impacts à des emplacements séparés;
- f) critères d'acceptation;
- g) température d'essai.

#### 16.4.6 Calcul de la masse tombante et de la hauteur

Soit un plomb d'une masse « $m$ » se déplaçant à une vitesse « $v$ ». Il aura une énergie cinétique de « $E_k$ » donnée par l'équation (1).

$$E_k = \frac{1}{2} m v^2 \quad (1)$$

où

$E_k$  est l'énergie cinétique, en joules (J);

$m$  est la masse du plomb, en kilogrammes (kg);

$v$  est la vitesse du plomb, en mètres par seconde ( $\text{ms}^{-1}$ ).

Cela peut être mis en équation pour une énergie potentielle de masse tombante (voir équation (2)).

$$E_k = E_p = M g h \quad (2)$$

où

$E_p$  est l'énergie potentielle, en joules (J);

$M$  est la masse tombante, en kilogrammes (kg);

$g$  est l'accélération de la masse tombante, en mètres par seconde ( $\text{ms}^{-2}$ );

$h$  est la hauteur de chute, en mètres (m).

Il est alors possible de modifier l'équation pour définir la masse de la masse tombante en termes de hauteur de chute:

$$M = \frac{E_k}{g h} \quad (3)$$

où

$E_k$  est l'énergie cinétique, en joules (J);

$g$  est l'accélération de la masse tombante, en mètres par seconde ( $\text{ms}^{-2}$ );

$h$  est la hauteur de chute, en mètres (m).

#### 16.4.4 Requirements

The acceptance criteria for the test shall be stated in the detail specification. Typical failure modes include damage to the cable core elements (for example, piercing of loose tubes) and loss of continuity.

#### 16.4.5 Details to be specified

The detail specification shall include the following information:

- a) shot size;
- b) shot type;
- c) drop weight;
- d) drop height;
- e) number of impacts at separate locations;
- f) acceptance criteria;
- g) test temperature.

#### 16.4.6 Calculation of drop weight and height

Consider a shotgun pellet of mass “ $m$ ” moving with a velocity “ $v$ ”. It will have a kinetic energy of “ $E_k$ ” given by equation (1).

$$E_k = \frac{1}{2} m v^2 \quad (1)$$

where

$E_k$  = kinetic energy, in joules (J);

$m$  = pellet mass, in kilograms (kg);

$v$  = pellet velocity in metres per second ( $\text{ms}^{-1}$ ).

This can be equated to a drop weight's potential energy (see equation (2)).

$$E_k = E_p = M g h \quad (2)$$

where

$E_p$  is the potential energy, in joules (J);

$M$  is the drop-weight mass, in kilograms (kg);

$g$  is the drop-weight acceleration, in metres per second ( $\text{ms}^{-2}$ );

$h$  is the distance dropped, in metres (m).

Re-arranging the equation is then possible to define the drop weight's mass in terms of drop height:

$$M = \frac{E_k}{g h} \quad (3)$$

where

$E_k$  is the kinetic energy, in joules (J);

$g$  is the drop-weight acceleration, in metres per second ( $\text{ms}^{-2}$ );

$h$  is the distance dropped, in metres (m).

En utilisant des données de cartouche représentatives, on peut définir un essai approprié. Par exemple, un grain de plomb d'une masse moyenne de 0,0833 g, tiré depuis une zone située dans les 25 m, a normalement une vitesse d'impact de  $234 \text{ ms}^{-1}$ . Ainsi, en utilisant l'équation (1):

$$E_k = \frac{1}{2} 0,0000833 \times 234^2$$

$$E_k = 2,2815 \text{ (J)}$$

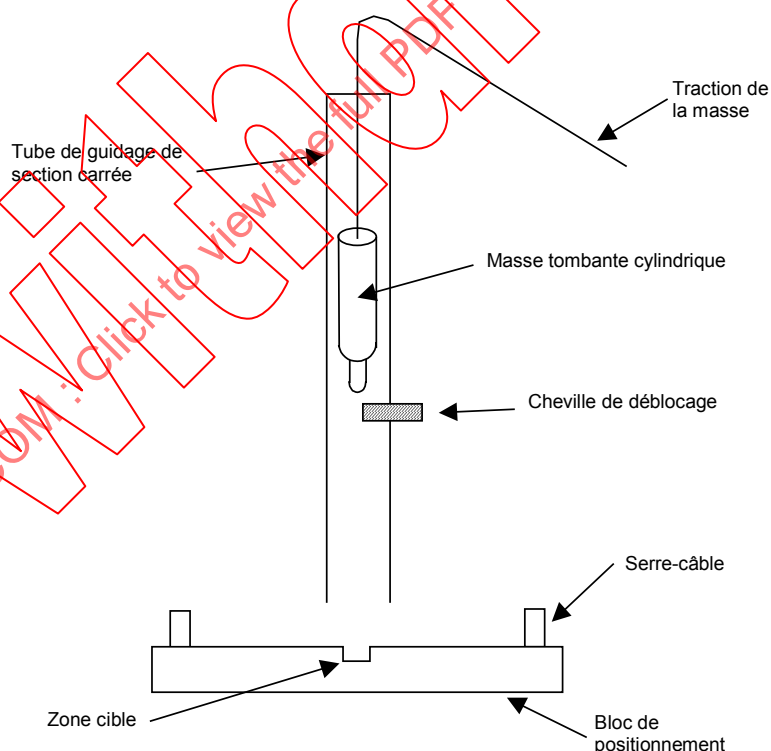
En prenant une hauteur de chute opportune de 1 m, et en utilisant l'équation (2):

$$M = \frac{2,2815}{9,81 \times 1}$$

$$M = 233 \text{ (g)}$$

Comme il est préférable d'utiliser la même masse, le calcul peut être réalisé pour d'autres plages en utilisant la hauteur de chute comme variable.

Si cela est prescrit, pour les besoins de l'étalonnage, on peut utiliser une plaque de matériau de gainage pour comparer la méthode de simulation avec les expériences de terrain réelles, par exemple une plaque de 2 mm de polyéthylène de haute densité percutée à 40 m.



IEC 1828/02

**Figure 16 – Montage d'essai de la méthode E13B**

Using representative cartridge data, an appropriate test may be defined. For example, a lead pellet with average mass of 0,0833 g, fired from a range of 25 m, typically has an impact velocity of 234 ms<sup>-1</sup>. Hence using equation (1):

$$E_k = \frac{1}{2} 0,0000833 \times 234^2$$

$$E_k = 2,2815 \text{ (J)}$$

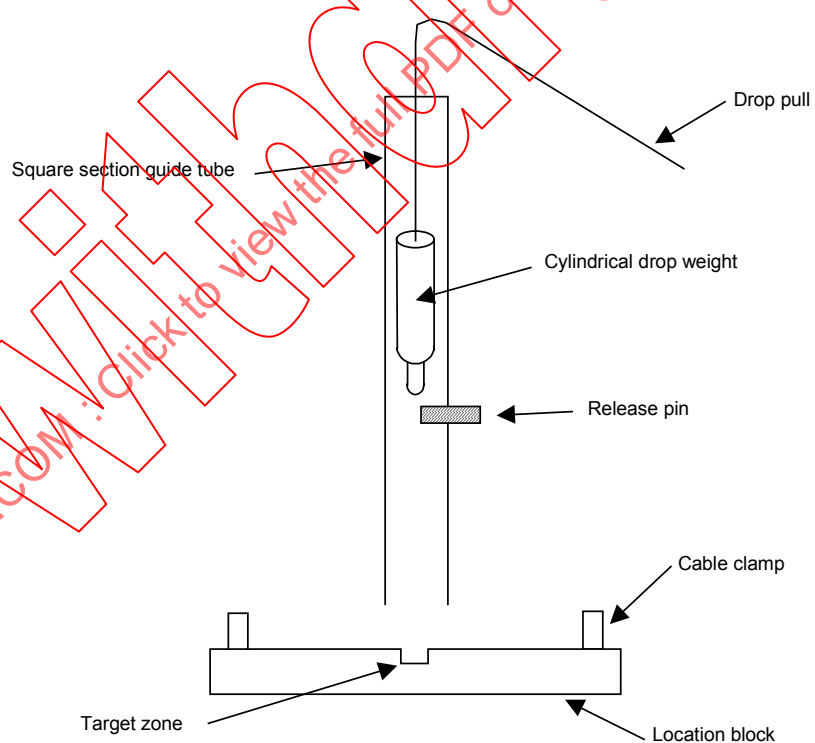
Assuming a convenient drop height of 1 m, and using equation (2):

$$M = \frac{2,2815}{9,81 \times 1}$$

$$M = 233 \text{ (g)}$$

As it is preferable to use the same weight, the calculation may be completed for alternative ranges using the drop height as the variable.

If required, for calibration purposes, a plaque of sheathing material can be used to compare the simulation method with actual field trials, for example, a 2 mm plaque of high-density polyethylene shot at from 40 m.



IEC 1828/02

**Figure 16 – Method E13B test set-up**

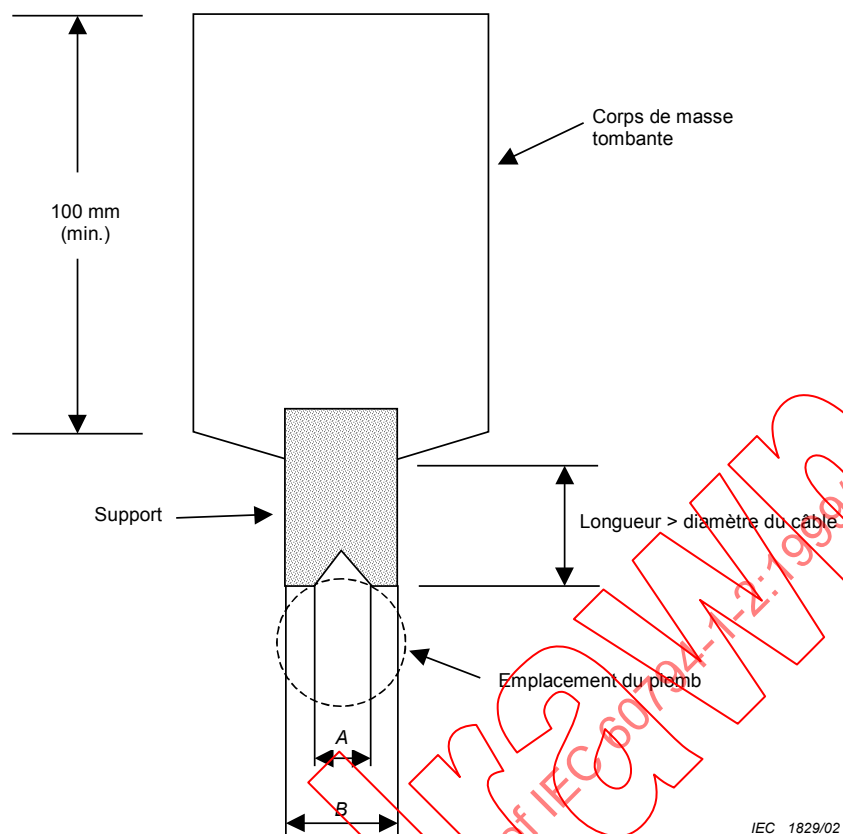


Figure 17– Masse tombante avec le support de projectile

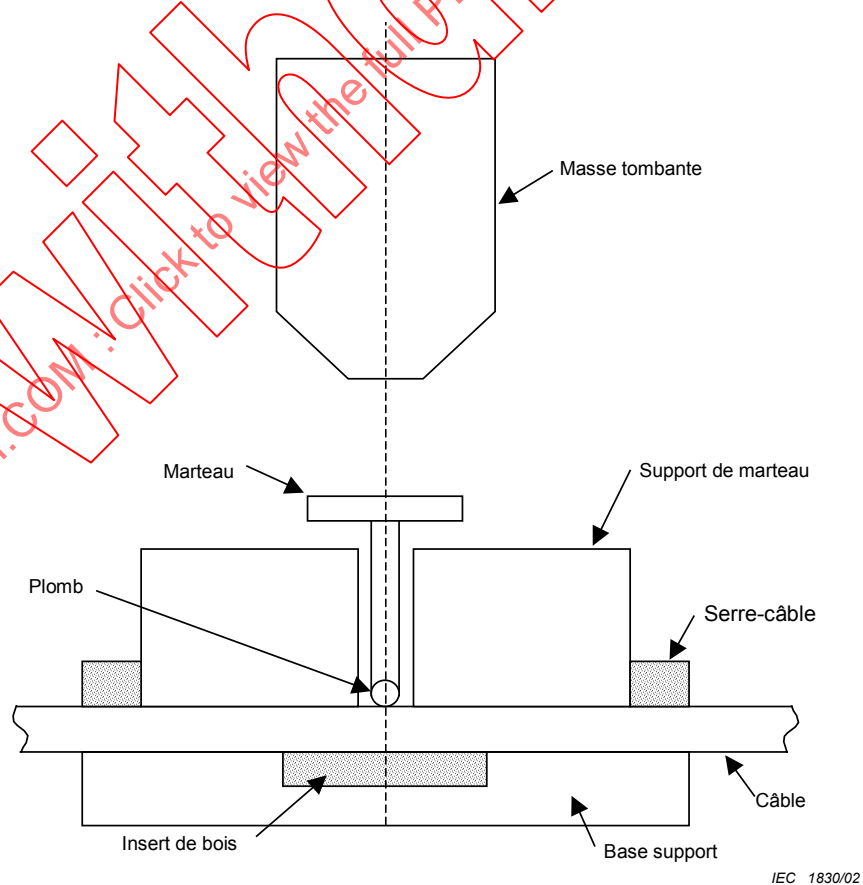


Figure 18 – Autre masse tombante et autre cheville de support de projectile

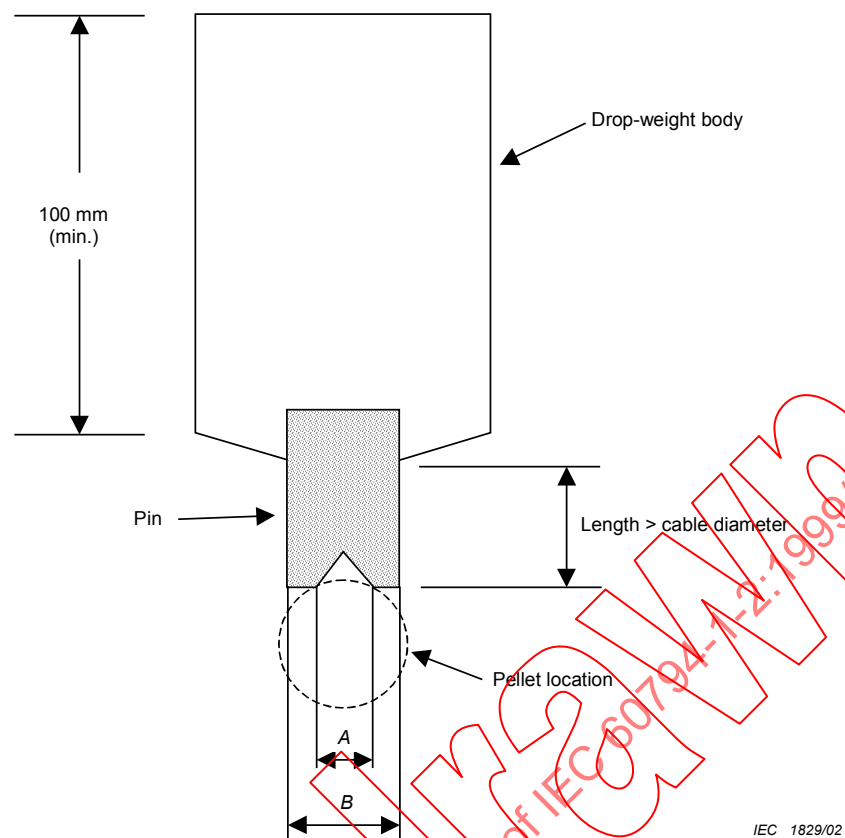


Figure 17 – Drop weight incorporating shot support pin

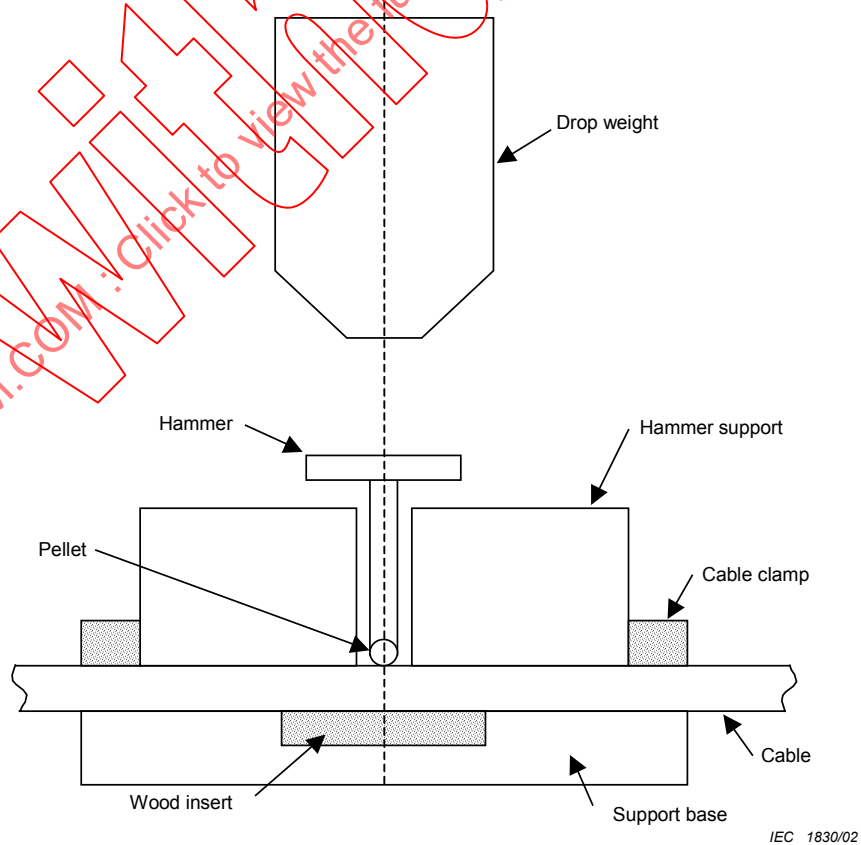


Figure 18 – Alternative drop weight and shot support pin



## 21 Méthode E19: Vibration éolienne et mouvement de galop

*Remplacer l'article 21 existant par le nouvel article suivant:*

## 21 Méthode E19: Vibration éolienne

### 21.1 Objet

Le but de cet essai est d'exposer les câbles aériens à des contraintes dynamiques semblables à celles induites par des flux de vent laminaires entraînant des vibrations sur les lignes aériennes.

### 21.2 Echantillon

La longueur minimale de l'échantillon à l'essai doit être de 50 m ou celle donnée dans la spécification particulière. Les extrémités du câble sont préparées pour permettre le contrôle de la puissance optique transmise à une ou plusieurs fibres (comme spécifié dans la spécification particulière) pendant l'essai. La longueur à l'essai minimale des fibres optiques doit être de 100 m. Si nécessaire, les fibres doivent être épissées aux extrémités du câble.

### 21.3 Appareillage

L'appareillage d'essai doit comporter les éléments suivants:

- dispositif d'essai (un montage typique est illustré à la figure 23);
- pot vibrant contrôlé électroniquement;
- dynamomètre, cellule dynamométrique, faisceau calibré ou autre dispositif pour mesurer la tension du câble;
- source lumineuse avec une longueur d'onde nominale de 1 550 nm conjointement avec un bolomètre lumineux, capable de mesurer la puissance optique;
- source lumineuse avec une longueur d'onde nominale de 1 550 nm conjointement avec un bolomètre lumineux, capable de mesurer la fluctuation de la puissance dans la largeur de bande de 0 Hz à 300 Hz minimum;
- OTDR, si requis dans la spécification particulière.

### 21.4 Procédure

Avant la mise en traction, l'échantillon à l'essai doit être préparé à ses extrémités de façon que les fibres optiques ne puissent pas bouger par rapport au câble. Un dynamomètre, une cellule dynamométrique, un faisceau calibré ou un autre dispositif doivent être utilisés pour mesurer la tension du câble. Il convient d'utiliser des moyens appropriés pour maintenir la tension constante et autoriser ainsi les fluctuations de température durant l'essai. Le câble doit être chargé à environ 15 % à 25 % de la RTS (charge de rupture assignée) ou comme indiqué dans la spécification particulière.

La portée complète entre ancrages doit être d'au moins 30 m. Il convient que la longueur de la portée active soit d'environ 20 m, avec un ensemble de suspension approprié situé approximativement aux deux tiers de la distance entre les deux ancrages d'extrémité. On peut utiliser une portée active et/ou passive plus grande. Elle doit être supportée à une hauteur telle que l'angle statique de flèche entre le câble et l'horizontale soit égal à  $(1,5 \pm 0,5)^\circ$  dans la portée active.

## 21 Method E19: Aeolian vibration and galloping

*Replace the existing clause 21 by the following new clause:*

## 21 Method E19: Aeolian vibration

### 21.1 Object

The object of this test is to expose overhead cables to dynamic stresses similar to those imposed by laminar wind-flow-induced vibrations in overhead lines.

### 21.2 Sample

The minimum length of the test sample shall be 50 m or as given in the detail specification. The cable ends are prepared in order to allow transmitted optical power control in one or several fibres (as specified in the detail specification) during the test. The minimum test length of the optical fibres shall be 100 m. If necessary, fibres have to be spliced at the cable ends.

### 21.3 Apparatus

The test apparatus shall consist of the following.

- test set-up (a typical arrangement is shown in figure 23);
- electronically controlled shaker;
- dynamometer, load cell, calibrated beam or other device to measure cable tension;
- light source with a nominal wavelength of 1 550 nm in conjunction with a light power meter, able to perform optical power measurements;
- light source with a nominal wavelength of 1 550 nm in conjunction with a light power meter, able to measure power oscillation in the bandwidth range of 0 Hz to 300 Hz minimum;
- OTDR, if required in the detail specification.

### 21.4 Procedure

The test sample shall be terminated at both ends prior to tensioning in such a way that the optical fibres cannot move in relation to the cable. A dynamometer, load cell, calibrated beam or other device shall be used to measure cable tension. Some means should be provided to maintain constant tension to allow for temperature fluctuations during the testing. The cable shall be loaded to approximately 15 % to 25 % of RTS (rated tensile strength) or as given in the detail specification.

The overall span between system terminations shall be a minimum of 30 m. The minimum active span should be approximately 20 m, with a suitable suspension assembly located approximately two-thirds of the distance between the two dead-end assemblies. Longer active and/or back spans may be used. The span shall be supported at a height such that the static sag angle of the cable to horizontal is  $(1,5 \pm 0,5)^\circ$  in the active span.

Un dispositif approprié doit être fourni pour réaliser la mesure et la surveillance de l'amplitude de vibration d'un ventre (antinode) pour une boucle libre et non une boucle de support.

On doit utiliser un pot vibrant contrôlé électroniquement pour exciter le câble dans le plan vertical. Le châssis du pot vibrant doit être fermement fixé au câble, perpendiculairement à celui-ci dans le plan vertical. Il convient de placer le pot vibrant dans la portée de façon à créer au moins six ventres d'oscillation entre l'ensemble de suspension et le pot vibrant.

L'essai doit être effectué sous une ou plusieurs fréquences de résonance dans la gamme de fréquences pour les conditions ventueuses données. La mesure de la vibration éolienne est normalement effectuée sous des flux de vent laminaires de 0,5 m/s à 7 m/s. Les équations (4) et (5) suivantes s'appliquent:

La fréquence de vibration  $f$  (Hz) est proportionnelle à la vitesse du vent  $v$  (m/s) et inversement proportionnelle au diamètre du câble  $D$  (m) et est donnée par la formule:

$$f = k v/D \text{ (Hz)} \quad (4)$$

où  $k$  est la constante de Strouhal (0,2 pour les câbles aériens et les conducteurs).

La longueur d'onde ( $\lambda$ ) de vibration (égale à deux longueurs de ventre d'oscillation) est donnée par la formule:

$$\lambda = 1/f \sqrt{T/m} \text{ (m)} \quad (5)$$

où

$T$  est la tension du câble, en newtons (N);

$m$  est la masse/longueur unitaire, en kilogrammes par mètre (kg/m).

NOTE Si cela est prescrit à cause de la nature de la conception du câble, il convient de supprimer les contraintes initiales sur le câble. Par conséquent, dans les étapes initiales, la portée à l'essai demande une attention continue et une surveillance des paramètres de l'essai jusqu'à ce que la portée à l'essai soit stabilisée.

## 21.5 Prescriptions

Tout signe de dommage temporaire ou permanent du câble ou d'un de ses constituants, ou, si prescrit, une variation d'affaiblissement plus grands que la valeur spécifiée dans la spécification particulière doivent être des échecs.

## 21.6 Détails à spécifier

La spécification particulière doit inclure les informations suivantes:

- caractéristiques du banc d'essai de vibration;
- longueur des portées;
- caractéristiques des dispositifs de suspension et d'ancrage utilisés;
- tension d'installation du câble, incluant les coefficients de surtension, si appliqués pendant la première phase;
- longueur du câble et des fibres essayés (caractéristiques des épissures entre fibres, si elles existent);
- longueur d'onde à laquelle la mesure optique est faite;
- mode de vibration/caractéristiques maintenus pendant l'essai;
- préparation des extrémités;

Means shall be provided for measuring and monitoring the mid-loop (antinode) vibration amplitude at a free loop, not a support loop.

An electronically controlled shaker shall be used to excite the cable in the vertical plane. The shaker armature shall be securely fastened to the cable so it is perpendicular to the cable in the vertical plane. The shaker should be located in the span to allow for a minimum of six vibration loops between the suspension assembly and the shaker.

The test shall be carried out at one or more resonance frequencies in the frequency range for the given wind conditions. Aeolian vibration is normally experienced under laminar wind flows of 0,5 m/s to 7 m/s. The following equations (4) and (5) apply:

The frequency of vibration  $f$  (Hz) is proportional to the wind velocity  $v$  (m/s) and inversely proportional to the cable diameter  $D$  (m) and is given by the formula:

$$f = k v/D \quad (\text{Hz}) \quad (4)$$

where  $k$  is the Strouhal constant (0,2 for aerial cables and conductors).

The wavelength ( $\lambda$ ) of vibration (equal to two loop lengths) is given by the formula:

$$\lambda = 1/f \sqrt{T/m} \quad (\text{m}) \quad (5)$$

where

$T$  is the cable tension, in newtons (N);

$m$  is the mass/unit length, in kilograms per metre (kg/m).

NOTE If required due to the nature of cable design, the cable should be rid of initial stresses. Therefore, in the initial stages, the test span requires continuous attention and monitoring of the test parameters until the test span is stabilized.

## 21.5 Requirements

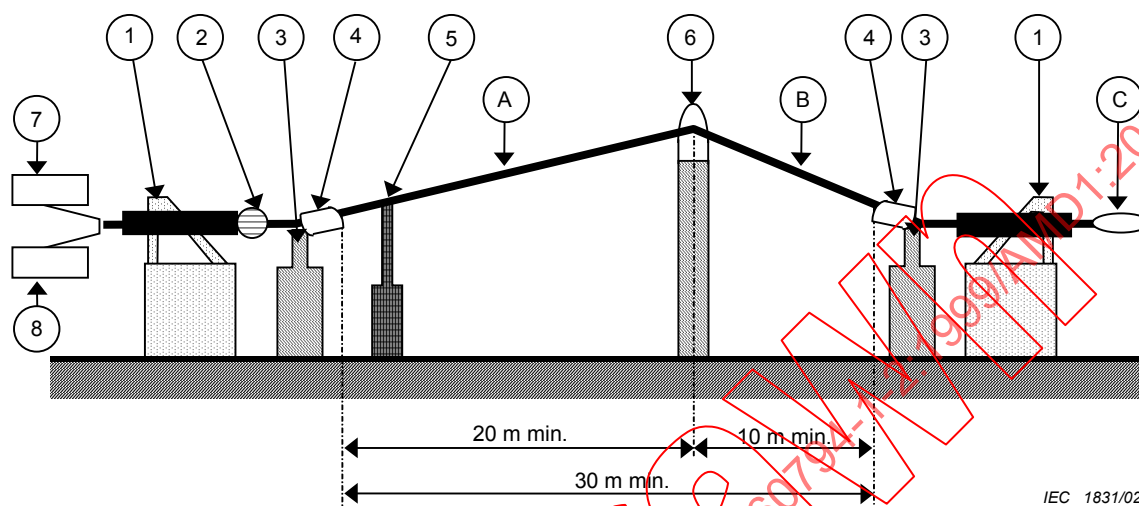
Any sign of temporary or permanent damage to the cable or any of the component parts, or attenuation change, if required, greater than the value specified in the detail specification shall be a failure.

## 21.6 Details to be specified

The detail specification shall include the following information:

- characteristics of the vibration test stand;
- length of spans;
- characteristics of the suspension and anchoring devices used;
- cable installation tension, including any overtension coefficient, if applied during the first phase;
- length of cable and fibres tested (characteristics of the splices between fibres if they exist);
- wavelength at which optical monitoring is conducted;
- vibration mode/characteristics maintained during the test;
- preparation of ends;

- caractéristiques de l'équipement de mesure incluant le type des dispositifs de mesure et les conditions d'injection;
- température ambiante et humidité pendant l'essai;
- masse/longueur unitaire et diamètre du câble.



#### Légende

- |   |                                 |   |                               |
|---|---------------------------------|---|-------------------------------|
| 1 | Support d'extrémité             | 7 | Dispositif de mesure – Entrée |
| 2 | Capteur de force ou dynamomètre | 8 | Dispositif de mesure – Sortie |
| 3 | Support intermédiaire           |   |                               |
| 4 | Ancrage d'extrémité             | A | Portée active                 |
| 5 | Pot vibrant approprié           | B | Portée passive                |
| 6 | Ensemble de suspension          | C | Epissure de fibre             |

Figure 23 – Essai de vibration éolienne

Page 106

Ajouter, après l'article 21, le nouvel article 22 suivant et renuméroter les articles suivants en conséquence.

## 22 Méthode E20: Performance d'enroulement du câble

### 22.1 Objet

Le but de cet essai est de démontrer la capacité d'un câble à fibres optiques armé immergé à s'enrouler et se dérouler pour les besoins de l'installation.

### 22.2 Echantillon

Une longueur suffisante de câble, permettant de faire un nombre spécifié de boucles (par exemple 10) au diamètre spécifié, comme convenu entre le fabricant et l'utilisateur, doit être prise sur le câble à essayer.

### 22.3 Appareillage

L'essai n'exige aucun appareillage excepté une surface plane assez grande pour enrouler le nombre spécifié de boucles. Le diamètre des boucles doit être en conformité avec le diamètre minimal d'enroulement spécifié.