

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

794-1

Quatrième édition
Fourth edition
1996-10

Câbles à fibres optiques –

**Partie 1:
Spécification générique**

Optical fibre cables –

**Part 1:
Generic specification**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 794-1: 1996

Validité de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique.

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles auprès du Bureau Central de la CEI.

Les renseignements relatifs à ces révisions, à l'établissement des éditions révisées et aux amendements peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et dans les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 50: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI), qui se présente sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande. Voir également le dictionnaire multilingue de la CEI.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit tirés du VEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera:

- la CEI 27: *Symboles littéraux à utiliser en électro-technique*;
- la CEI 417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*;
- la CEI 617: *Symboles graphiques pour schémas*;

et pour les appareils électromédicaux,

- la CEI 878: *Symboles graphiques pour équipements électriques en pratique médicale*.

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit tirés de la CEI 27, de la CEI 417, de la CEI 617 et/ou de la CEI 878, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Publications de la CEI établies par le même comité d'études

L'attention du lecteur est attirée sur les listes figurant à la fin de cette publication, qui énumèrent les publications de la CEI préparées par le comité d'études qui a établi la présente publication.

Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available from the IEC Central Office.

Information on the revision work, the issue of revised editions and amendments may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
Published yearly
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC 50: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field. Full details of the IEV will be supplied on request. See also the IEC Multilingual Dictionary.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the IEV or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications:

- IEC 27: *Letter symbols to be used in electrical technology*;
- IEC 417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets*;
- IEC 617: *Graphical symbols for diagrams*;

and for medical electrical equipment,

- IEC 878: *Graphical symbols for electromedical equipment in medical practice*.

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC 27, IEC 417, IEC 617 and/or IEC 878, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

IEC publications prepared by the same technical committee

The attention of readers is drawn to the end pages of this publication which list the IEC publications issued by the technical committee which has prepared the present publication.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

794-1

Quatrième édition
Fourth edition
1996-10

Câbles à fibres optiques –

**Partie 1:
Spécification générique**

Optical fibre cables –

**Part 1:
Generic specification**

© CEI 1996 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher

Bureau central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembé Genève, Suisse



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

XA

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	6
SECTION 1: GÉNÉRALITÉS	
Articles	
1.1 Domaine d'application et objet.....	8
1.2 Références normatives.....	8
1.3 Définitions	8
1.4 Câbles à fibres optiques	10
1.5 Matériaux	10
1.6 Construction du câble	10
SECTION 2: MÉTHODES DE MESURE RELATIVES AUX DIMENSIONS	
2.1 Objet.....	10
SECTION 3: MÉTHODES DE MESURE RELATIVES AUX CARACTÉRISTIQUES MÉCANIQUES	
3.1 Objet	12
3.2 Définitions opérationnelles	14
3.3 Méthode CEI 794-1-E1 – Résistance à la traction	14
3.4 Méthode CEI 794-1-E2 – Abrasion	24
3.5 Méthode CEI 794-1-E3 – Ecrasement.....	30
3.6 Méthode CEI 794-1-E4 – Chocs	32
3.7 Méthode CEI XXX-1-E5 – Pression isostatique	38
3.8 Méthode CEI 794-1-E6 – Courbures répétées	38
3.9 Méthode CEI 794-1-E7 – Torsion	44
3.10 Méthode CEI 794-1-E8 – Flexions	46
3.11 Méthode CEI 794-1-E9 – Tenue au crochetage	48
3.12 Méthode CEI 794-1-E10 – Pliure	52
3.13 Méthode CEI 794-1-E11 – Pliage du câble	54
3.14 Méthode CEI 794-1-E12 – Résistance à la coupure	56
3.15 Méthode CEI 794-1-E13 – Détérioration par «plombs de chasse»	58
3.16 Méthode CEI 794-1-E14 – Ecoulement (égouttement) des matériaux de remplissage	62
3.17 Méthode CEI 794-1-E15 – Exsudation et volatilité	66
3.18 Méthode CEI 794-1-E16 – Essai de pliure des tubes.....	70
SECTION 4: MÉTHODES DE MESURE RELATIVES AUX CARACTÉRISTIQUES OPTIQUES ET DE TRANSMISSION	
4.1 Objet	74
SECTION 5: MÉTHODES DE MESURE RELATIVES AUX CARACTÉRISTIQUES ÉLECTRIQUES	
5.1 Objet	76

CONTENTS

	Page
FOREWORD	7
SECTION 1: GENERAL	
Clause	
1.1 Scope and object	9
1.2 Normative references	9
1.3 Definitions	9
1.4 Optical fibre cables	11
1.5 Materials	11
1.6 Cable construction	11
SECTION 2: MEASURING METHODS FOR DIMENSIONS	
2.1 Object	11
SECTION 3: MEASURING METHODS FOR MECHANICAL CHARACTERISTICS	
3.1 Object	13
3.2 Operational definitions	15
3.3 Method IEC 794-1-E1 – Tensile performance	15
3.4 Method IEC 794-1-E2 – Abrasion	25
3.5 Method IEC 794-1-E3 – Crush	31
3.6 Method IEC 794-1-E4 – Impact	33
3.7 Method IEC XXX-1-E5 – Isostatic pressure	39
3.8 Method IEC 794-1-E6 – Repeated bending	39
3.9 Method IEC 794-1-E7 – Torsion	45
3.10 Method IEC 794-1-E8 – Flexing	47
3.11 Method IEC 794-1-E9 – Snatch	49
3.12 Method IEC 794-1-E10 – Kink	53
3.13 Method IEC 794-1-E11 – Cable bend	55
3.14 Method IEC 794-1-E12 – Cut-through resistance	57
3.15 Method IEC 794-1-E13 – Short-gun damage	59
3.16 Method IEC 794-1-E14 – Compound flow (drip)	63
3.17 Method IEC 784-1-E15 – Bleeding and evaporation	67
3.18 Method IEC 794-1-E16 – Tube kinking	71
SECTION 4: MEASURING METHODS FOR TRANSMISSION AND OPTICAL CHARACTERISTICS	
4.1 Object	75
SECTION 5: MEASURING METHODS FOR ELECTRICAL CHARACTERISTICS	
5.1 Object	77

SECTION 6: MÉTHODES DE MESURE RELATIVES AUX CARACTÉRISTIQUES D'ENVIRONNEMENT

	Pages
6.1 Objet	76
6.2 Définitions opérationnelles	78
6.3 Méthode CEI 794-1-F1 – Cycles de température	78
6.4 Méthode CEI XXX-1-F2 – Contamination	84
6.5 Méthode CEI 794-1-F3 – Intégrité de la gaine	84
6.6 Méthode CEI XXX-1-F4 – Pression statique externe	86
6.7 Méthode CEI 794-1-F5 – Pénétration d'eau	86
6.8 Méthode CEI XXX-1-F6 – Gel	88
6.9 Méthode CEI XXX-1-F7 – Rayonnement nucléaire	88
Annexes	
A Guide pour les câbles à fibres optiques pour liaisons de courte distance	90
B Guide pour l'approvisionnement des câbles à fibres optiques	102

SECTION 6: MEASURING METHODS FOR ENVIRONMENTAL CHARACTERISTICS

	Page
6.1 Object	77
6.2 Operational definitions	79
6.3 Method IEC 794-1-F1 – Temperature cycling.....	79
6.4 Method IEC XXX-1-F2 – Contamination.....	85
6.5 Method IEC 794-1-F3 – Sheath integrity	85
6.6 Method IEC XXX-1-F4 – External static pressure	87
6.7 Method IEC 794-1-F5 – Water penetration	87
6.8 Method IEC XXX-1-F6 – Freezing	89
6.9 Method IEC XXX-1-F7 – Nuclear radiation	89
Annexes	
A Guide for optical cables for short distance links	91
B Guide to the procurement of optical fibre cables	103

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CÂBLES À FIBRES OPTIQUES

Partie 1: Spécification générique

AVANT-PROPOS

1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes Internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.

2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques, représentent, dans la mesure du possible un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.

3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.

4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.

6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 794-1 a été établie par le sous-comité 86A: Fibres et câbles, du comité d'études 86 de la CEI: Fibres optiques.

Cette quatrième édition annule et remplace la troisième édition parue en 1993, ainsi que l'amendement 1 (1994) et l'amendement 2 (1995). Cette quatrième édition constitue une révision technique.

Le texte de la présente norme est issu de la troisième édition, de l'amendement 1, de l'amendement 2 et des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
86A/338/FDIS	86A/361/RVD

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

La CEI 794 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général: Câbles à fibres optiques:

- Partie 1: 1993, Spécification générique;
- Partie 2: 1989, Spécifications de produit.

Les annexes A et B sont données uniquement à titre d'information.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

OPTICAL FIBRE CABLES

Part 1: Generic specification

FOREWORD

1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.

2) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested National Committees.

3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.

4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.

5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.

6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 794-1 has been prepared by sub-committee 86A: Fibres and cables of IEC technical committee 86: Fibre optics.

This fourth edition cancels and replaces the third edition published in 1993, amendment 1 (1994) and amendment 2 (1995). This fourth edition constitutes a technical revision.

The text of this standard is based on the third edition, amendments 1 and 2 and the following documents:

FDIS	Report on voting
86A/338/FDIS	86A/361/RVD

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

IEC 794 consists of the following parts, under the general title: Fibre optic cables.

- Part 1: 1993, Generic specification;
- Part 2: 1989, Product specifications.

Annexes A and B are for information only.

CÂBLES À FIBRES OPTIQUES

Partie 1: Spécification générique

Section 1: Généralités

1.1 Domaine d'application et objet

La présente partie de la Norme internationale de la CEI 794 est applicable aux câbles à fibres optiques destinés à être utilisés dans les équipements de télécommunications et les dispositifs utilisant des techniques analogues, ainsi qu'aux câbles constitués de fibres optiques d'une part et de conducteurs électriques d'autre part.

L'objet de cette partie est d'établir des prescriptions uniformes relatives aux caractéristiques géométriques, mécaniques, d'environnement et de transmission des câbles à fibres optiques, ainsi que des prescriptions électriques, s'il convient.

1.2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions variables pour la présente partie de la CEI 794. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 794 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 68-1: 1988, *Essais d'environnement. Première partie: Généralités et guide*

CEI 68-2-10: 1988, *Essais d'environnement. Deuxième partie: Essais – Essai J et guide: Moisissures*

CEI 68-2-14: 1984, *Essais d'environnement. Deuxième partie: Essais – Essai N: Variations de température*

CEI 189-1: 1986, *Câbles et fils pour basses fréquences isolés au PVC et sous gaine de PVC. Première partie: Méthodes générales d'essai et de vérification*

CEI 227-2: 1979, *Conducteurs et câbles isolés au polychlorure de vinyle, de tension nominale au plus égale à 450/750 V. Deuxième partie: Méthodes d'essais*

CEI 332: *Essais des câbles électriques soumis au feu*

CEI 793-1: 1992, *Fibres optiques, Partie 1: Spécification générique*

CEI 811: *Méthodes d'essais communes pour les matériaux d'isolation et de gainage des câbles électriques*

CEI 874-1: 1993, *Connecteurs pour fibres et câbles optiques. Première partie: Spécification générique*

1.3 Définitions

A l'étude.

OPTICAL FIBRE CABLES

Part 1: Generic specification

Section 1: General

1.1 Scope and object

This part of International Standard IEC 794 applies to optical fibre cables for use with telecommunication equipment and devices employing similar techniques and to cables having a combination of both optical fibres and electrical conductors.

The object of this part is to establish uniform requirements for the geometrical, transmission, mechanical and climatic characteristics of optical fibre cables, and electrical requirements where appropriate.

1.2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 794. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this part of IEC 794 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 68-1: 1988, *Environmental testing. Part 1: General and guidance*

IEC 68-2-10: 1988, *Environmental testing. Part 2: Tests – Test J and guidance: Mould growth*

IEC 68-2-14: 1984, *Environmental testing. Part 2: Tests – Test N: Change of temperature*

IEC 189-1: 1986, *Low-frequency cables and wires with PVC insulation and PVC sheath. Part 1: General test and measuring methods*

IEC 227-2: 1979, *Polyvinyl chloride insulated cables of rated voltages up to and including 450/750 V. Part 2: Test methods*

IEC 332: *Tests on electric cables under fire conditions*

IEC 793-1: 1992, *Optical fibres. Part 1: Generic specification*

IEC 811: *Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables*

IEC 874-1: 1993, *Connectors for optical fibres and cables. Part 1: Generic specification*

1.3 Definitions

Under consideration.

1.4 Câbles à fibres optiques

Les câbles à fibres optiques, constitués de fibres optiques et éventuellement de conducteurs électriques, se composent des types suivants:

- 1.4.1 *Câbles à enterrer directement*
- 1.4.2 *Câbles installés dans des canalisations ou des galeries*
- 1.4.3 *Câbles aériens*
- 1.4.4 *Câbles immergés (sur une courte distance)*
- 1.4.5 *Câbles intérieurs*
- 1.4.6 *Câbles mobiles*
- 1.4.7 *Câbles pour équipements*
- 1.4.8 *Câbles à usage spécial*
- 1.4.9 *Câbles sous-marins*

1.5 Matériaux

1.5.1 Nature de la fibre optique

La qualité des fibres optiques doit être uniforme et leurs caractéristiques doivent satisfaire aux prescriptions de la CEI 793-1.

1.5.2 Conducteurs électriques

Les conducteurs électriques doivent être de qualité uniforme et ne doivent pas présenter de défauts. Leurs propriétés doivent être conformes aux normes de la CEI qui les concernent, comme indiqué dans la spécification particulière.

1.5.3 Autres matériaux

Les matériaux utilisés dans la construction des câbles à fibres optiques doivent être compatibles avec les propriétés physiques et optiques des fibres et être conformes à la norme de la CEI qui les concerne, comme indiqué dans la spécification particulière.

1.6 Construction du câble

La construction, les dimensions, la masse, les propriétés mécaniques, optiques, climatiques et électriques de chacun des types de câbles à fibres optiques doivent être telles qu'indiquées dans la spécification particulière.

Section 2: Méthodes de mesure relatives aux dimensions

2.1 Objet

Les dimensions des fibres optiques, des conducteurs électriques et des câbles doivent être déterminées sur des échantillons soumis à des essais choisis dans le tableau 1. Les essais appliqués, les critères d'acceptation et le nombre d'échantillons doivent être tels qu'indiqués dans la spécification particulière.

1.4 Optical fibre cables

Optical fibre cables, containing optical fibres and possibly electrical conductors, consist of the following types:

1.4.1 *Cables for direct burial*

1.4.2 *Cables for installation in ducts or tunnels*

1.4.3 *Overhead cables*

1.4.4 *Underwater cables (cables for relatively short water crossings)*

1.4.5 *Indoor cables*

1.4.6 *Portable cables*

1.4.7 *Equipment cables*

1.4.8 *Special purpose cables*

1.4.9 *Submarine cables*

1.5 Materials

1.5.1 *Optical fibre material*

Optical fibres shall be uniform in quality and their characteristics shall meet the requirements of IEC 793-1.

1.5.2 *Electrical conductors*

Any electrical conductors shall be uniform in quality and free from defects. Their characteristics shall be in accordance with the relevant IEC standards as stated in the detail specification.

1.5.3 *Other materials*

Material used in the construction of optical fibre cables shall be compatible with the physical and optical properties of the fibres and shall be in accordance with the relevant IEC standards as stated in the detail specification.

1.6 Cable construction

The construction, dimensions, weight, mechanical, optical, electrical and climatic properties of each type of optical fibre cable shall be as stated in the relevant detail specification.

Section 2: Measuring methods for dimensions

2.1 Object

The dimensions of the optical fibres, electrical conductors and cables shall be determined by subjecting samples to tests selected from table 1. The tests applied, acceptance criteria and number of samples shall be as stated in the detail specification.

Tableau 1 – Méthodes de mesure relatives aux dimensions

Méthode d'essai	Essai	Caractéristique faisant l'objet de la méthode d'essai
CEI 793-1-A1A	Champ proche réfracté	Diamètre du coeur Diamètre du revêtement Non-circularités Erreurs de concentricité
CEI 793-1-A1B	Interférométrie transversale	
CEI 793-1-A2	Répartition de la lumière en champ proche	Diamètre du coeur Diamètre du revêtement Diamètre du revêtement primaire Diamètre du revêtement protecteur Non-circularités Erreurs de concentricité
CEI 793-1-A3	Quatre cercles concentriques	Diamètre du coeur Diamètre du revêtement Non-circularités Erreurs de concentricité
CEI 793-1-A4	Mesure mécanique du diamètre	Diamètre du revêtement Diamètre du revêtement primaire Diamètre du revêtement protecteur Non-circularités
CEI XXX-1-A5	Mesure mécanique de la longueur (à l'étude)	Longueur du câble
CEI 793-1-A6	Retard d'impulsion transmise et/ou réfléchi	Longueur de la fibre
CEI 793-1-C1C	Technique de rétrodiffusion	Longueur de la fibre
CEI 189 ¹⁾	Mécanique	Diamètre du conducteur électrique
CEI 811-1-1 ²⁾ CEI 189 ¹⁾	Mécanique	Épaisseur de l'isolant Épaisseur des gaines Dimensions d'ensemble
¹⁾ <i>Câble et fils pour basses fréquences isolés au PVC et sous gaine de PVC</i> ²⁾ <i>Méthodes d'essais communes pour les matériaux d'isolation et de gainage des câbles électriques – Partie 1: Méthodes d'application générale – Section 1. Mesure des épaisseurs et des dimensions extérieures – Détermination des propriétés mécaniques</i>		

Section 3: Méthodes de mesure relatives aux caractéristiques mécaniques

3.1 Objet

La présente section décrit des méthodes de mesure applicables aux essais mécaniques des câbles optiques. Ces méthodes doivent être employées pour les contrôles des câbles à fibres optiques aux fins des échanges et du commerce.

Les caractéristiques mécaniques des câbles à fibres optiques doivent être vérifiées en soumettant les échantillons aux essais choisis dans le tableau 2. Les essais appliqués, les critères d'acceptation et le nombre d'échantillons doivent être ceux qui sont indiqués dans la spécification particulière.

NOTE – Les essais ne sont pas tous applicables à tous les câbles.

Table 1 – Measuring methods for dimensions

Test method	Test	Characteristics covered by test method
IEC 793-1-A1A	Refracted near field	Diameter of core Diameter of cladding Non-circularities Concentricity errors
IEC 793-1-A1B	Transverse interference method	
IEC 793-1-A2	Near field light distribution	Diameter of core Diameter of cladding Diameter of primary coating Diameter of buffer Non-circularities Concentricity errors
IEC 793-1-A3	Four concentric circles	Diameter of core Diameter of cladding Non-circularities Concentricity errors
IEC 793-1-A4	Mechanical diameter measurement	Diameter of cladding Diameter of primary coating Diameter of buffer Non-circularities
IEC XXX-1-A5	Mechanical length measurement (under consideration)	Length of cable
IEC 793-1-A6	Delay of transmitted and/or reflected pulse	Length of fibre
IEC 793-1-C1C	Technique de retrodiffusion	Length of fibre
IEC 189 ¹⁾	Mechanical	Diameter of electrical conductor
IEC 811-1-1 ²⁾ IEC 189 ¹⁾	Mechanical	Thickness of insulation Thickness of sheaths Overall dimensions
¹⁾ Low-frequency cables and wires with PVC insulation and PVC sheath ²⁾ Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables – Part 1: Methods for general application – Section 1: Measurement of thickness and overall dimensions – Tests for determining the mechanical properties		

Section 3: Measuring methods for mechanical characteristics

3.1 Object

This section describes measuring methods applying to mechanical tests of optical cables. The methods are to be used for inspection of optical fibre cables for commercial purposes.

The mechanical characteristics of optical fibre cables shall be verified by subjecting samples to tests selected from table 2. The tests applied, acceptance criteria and number of samples shall be as laid down in the detail specification.

NOTE – Not all tests are applicable to all cables.

Tableau 2 – Méthodes de mesure relatives aux caractéristiques mécaniques

Méthode d'essai	Essai	Caractéristique faisant l'objet de la méthode d'essai
CEI 794-1-E1 CEI XXX-1-E2 CEI 794-1-E3 CEI 794-1-E4 CEI XXX-1-E5	Résistance à la traction Abrasion (à l'étude) Ecrasement Chocs Pression isostatique (à l'étude)	Résistance mécanique
CEI 794-1-E6 CEI 794-1-E7 CEI 794-1-E8 CEI 794-1-E9 CEI 794-1-E10 CEI 794-1-E11	Courbures répétées Torsion Flexions Tenue au crochetage Pliure Pliage du câble	Facilité de manipulation

3.2 Définitions opérationnelles

A l'étude.

3.3 Méthode CEI 794-1-E1 – Résistance à la traction

3.3.1 Objet

Cette méthode de mesure s'applique aux câbles à fibres optiques qui sont essayés à une valeur donnée de traction de façon à étudier le comportement de l'affaiblissement et/ou de la contrainte sur les fibres en fonction de la charge pouvant être appliquée au câble en cours d'installation. Cette méthode est voulue comme non destructive (la tension appliquée doit rester dans les valeurs de service).

Deux méthodes de mesure sont décrites ci-dessous:

- Méthode E1A: procédure pour déterminer les variations d'affaiblissement;
- Méthode E1B: procédure pour déterminer la contrainte d'allongement de la fibre.

La méthode E1B peut à la fois fournir des informations sur la force de tirage maximum admissible pendant l'installation et sur la marge de contrainte du câble.

L'une des méthodes, ou les deux, soit séparément soit ensemble, doit être utilisée conformément à la spécification particulière ou suite à un accord entre le fabricant et l'utilisateur.

3.3.2 Préparation de l'échantillon

a) Echantillon en essai

Le tronçon de câble à essayer, de longueur suffisante pour obtenir la précision voulue, est prélevé sur le touret ou la couronne.

La fibre en essai doit être préparée aux deux extrémités avec une surface plate.

b) Fibre d'étalonnage

Se référer à la CEI 793-1 – Méthode XXX (méthode de mesure de l'allongement d'une fibre).

Table 2 – Measuring methods for mechanical characteristics

Test method	Test	Characteristics covered by test method
IEC 794-1-E1	Tensile performance	Mechanical strength
IEC XXX-1-E2	Abrasion (under consideration)	
IEC 794-1-E3	Crush	
IEC 794-1-E4	Shocks	
IEC XXX-1-E5	Isostatic pressure (under consideration)	
IEC 794-1-E6	Repeated bending	Ease of handling
IEC 794-1-E7	Torsion	
IEC 794-1-E8	Flexing	
IEC 794-1-E9	Snatch	
IEC 794-1-E10	Kink	
IEC 794-1-E11	Bend	

3.2 Operational definitions

Under consideration.

3.3 Method IEC 794-1-E1 – Tensile performance

3.3.1 Object

This measuring method applies to optical fibre cables which are tested at a particular tensile strength in order to examine the behaviour of the attenuation and/or the fibre strain as a function of the load on a cable which may occur during installation. This method is intended to be non-destructive (the tension applied shall be within the operational values).

Two measuring methods are described below:

- Method E1A: procedure for determining attenuation changes;
- Method E1B: procedure for determining fibre elongation strain.

Method E1B can provide information on both maximum allowable pulling force for field installation and strain margin of the cable.

One method or the other, or both, either separately or in combination, shall be used according to the detail specification or upon agreement between user and manufacturer.

3.3.2 Sample preparation

a) Test sample

A length of cable under test, sufficient to achieve the desired accuracy, is removed from the reel or coil.

A flat endface shall be prepared at both ends of the test fibre.

b) Calibration fibre

Refer to IEC 793-1 – Method XXX (fibre elongation measurement method).

3.3.3 Appareillage

a) Méthode E1A: Banc de mesure d'affaiblissement pour la détermination des variations d'affaiblissement: (voir CEI 793-1, section 4)

et/ou

Méthode E1B: Banc de mesure de la contrainte d'allongement de la fibre (voir CEI 793-1, Méthode XXX: (méthode de mesure de l'allongement d'une fibre).

b) 1) Banc de mesure de la résistance à la traction capable de recevoir la longueur minimale à essayer (voir figure 1).

2) Cellule dynamométrique avec une erreur maximale ± 3 % de sa gamme maximale.

3) Dispositif d'amarrage:

Des tambours de blocage de diamètre approprié, ou système équivalent. Un dispositif de transfert, de diamètre adéquat, peut être employé pour diminuer la longueur de l'appareillage.

NOTE – Il convient de prendre des précautions pour que la méthode spécifique d'immobilisation des composants du câble n'affecte pas les résultats.

c) Si prescrit, des moyens mécaniques ou électriques pour la mesure de l'allongement du câble doivent être fournis.

Une exactitude minimum de $\pm 0,01$ % est recommandée pour la mesure de la longueur du câble.

d) Des exemples d'équipement adapté sont présentés à la figure 1.

Il doit être vérifié que la distance entre les dispositifs de transfert ainsi que leurs diamètres sont tels qu'ils n'affectent pas les conditions d'essais.

3.3.4 Procédure

a) L'essai doit être exécuté à température ambiante.

b) Mettre en place le câble autour du dispositif de traction et le fixer. A chaque extrémité du dispositif de traction doit être mis en place un système de fixation qui bloque uniformément le câble de telle sorte que ses composantes aient un mouvement limité. Pour la plupart des constructions de câble (c'est-à-dire câbles de type «assemblé»), un amarrage des éléments du câble, sauf les fibres, est suffisant en pratique pour obtenir les variations d'affaiblissement et/ou la force de traction maximale admissible et la marge de contrainte du câble. Cependant, pour certaines constructions de câble (type tube lâche unique), il peut être nécessaire d'éviter que les fibres ne glissent afin d'obtenir des valeurs correctes de la marge de contrainte. Des tambours de blocage ou mandrins avec trois tours de câble au moins autour du tambour sont une méthode convenable.

Si une double longueur de câble est nécessaire afin de conditionner la longueur minimale prescrite de câble à mettre sous contrainte, le dispositif à l'extrémité de renvoi du câble doit tourner librement

NOTE – Pour les câbles aériens, et si la spécification particulière l'exige, la fixation du câble doit se faire au moyen de dispositifs d'accrochage appropriés au type de câble considéré.

c) Fixer la fibre du câble à mesurer au dispositif de mesure de traction.

Effectuer l'essai de traction du câble. Pour la méthode E1B et lors de l'utilisation de la méthode B de la CEI 793-1-XXX (méthode de mesure de l'allongement d'une fibre), des précautions doivent être prises pour que la longueur de référence ne se modifie pas pendant l'essai de traction.

d) La tension doit croître de façon continue jusqu'aux valeurs prescrites dans la spécification particulière.

NOTE – La vitesse d'application de la tension est à l'étude.

3.3.3 Apparatus

a) Method E1A: Attenuation measuring apparatus for determination of attenuation change: (see section 4 of IEC 793-1)

and/or

Method E1B: Fibre elongation strain measuring apparatus: (see IEC 793-1 Method XXX: Fibre elongation measurement method).

b) 1) Tensile strength measuring apparatus which is able to accommodate the minimum length to be tested (see figure 1).

2) Load cell with a maximum error of ± 3 % of its maximum range.

3) Clamping device:

Chuck drums with appropriate core diameter or an equivalent system. A transfer device with an appropriate diameter can be used to shorten the equipment.

NOTE – Care should be taken that the specific method of capturing the cable components does not affect the results.

c) If required, mechanical or electrical means for measuring the cable elongation shall be provided.

A minimum accuracy of $\pm 0,01$ % is recommended for the measurement of the cable length.

d) Examples of suitable apparatus are shown in figure 1.

It shall be checked that the distance between the transfer devices and also the diameters of the transfer devices are such that they do not affect the test conditions.

3.3.4 Procedure

a) The test shall be carried out at ambient temperature.

b) Load the cable onto the tensile rig and secure it. At both ends of the tensile rig, a method of securing the cable shall be used which uniformly locks the cable so that all components of the cable are restricted in their movement. For most cable constructions (e.g. stranded type cables), clamping on cable elements, except the fibres, is practical and sufficient to obtain attenuation changes and/or both the maximum allowable pulling load and the strain margin of the cable. However, for certain cable constructions (e.g. single loose tube) it may be necessary to prevent the fibres from slipping in order to obtain the correct strain margin figures. Chuck drums or mandrels with a minimum of three cable turns around the drum are a suitable technique.

Where a double pass of the cable on the rig is used in order to accommodate the specified minimum length of cable to be strained, the fixing at the end where the cable doubles back shall be freely rotating.

NOTE – For aerial cable types, if required by the detail specification, the clamping of the cable shall be made by means of the anchoring devices relevant to the type of cable considered.

c) Connect the test fibre of the cable under tensile test to the measurement apparatus.

Carry out the cable tensile test. For method E1B, and when using method B of IEC 793-1-XXX (fibre elongation measurement method), care shall be taken that during the pulling of the sample the reference length does not change.

d) The tension shall be continuously increased to the required value(s) given in the detail specification.

NOTE – The rate of tension increase is under consideration.

- e) La variation d'affaiblissement et/ou la contrainte sur les fibres doit être enregistrée, de préférence, comme une fonction de la charge ou de l'allongement sur le câble.
- f) Dans le cas de câbles possédant un grand nombre de fibres, un dispositif de mesure multiple d'affaiblissement et/ou de la contrainte sur les fibres peut être employé.
- g) Un nombre représentatif de fibres et/ou un nombre de cycles d'essai doivent faire l'objet d'un accord entre constructeur et client.

3.3.5 Résultats

a) Mesures finales

L'affaiblissement et/ou la contrainte sur les fibres de l'échantillon ne doivent pas dépasser les valeurs indiquées dans la spécification particulière correspondante.

b) Les renseignements suivants doivent être présentés avec les résultats:

- 1) longueur du câble et longueur sous tension;
- 2) préparation de l'extrémité;
- 3) détails de la cellule dynamométrique;
- 4) détails des conditions d'injection et du dispositif de mesure d'affaiblissement;
- 5) détails du dispositif de mesure de la contrainte sur les fibres (si applicable);
- 6) sévérité de l'essai;
- 7) variation d'affaiblissement et/ou contrainte sur les fibres à une longueur d'onde spécifiée en fonction de la charge;
- 8) vitesse d'augmentation de la tension;
- 9) température;
- 10) pour la méthode E1B:

Si prescrit dans la spécification particulière, la contrainte d'allongement résiduelle après retrait de la charge doit être mesurée.

Les données fournies avec les résultats doivent inclure la courbe d'étalonnage ou le facteur de changement de phase mesuré ou le retard d'impulsion en fonction de l'allongement de la fibre.

En figure 2 est donné un exemple de présentation d'allongement de câble et de fibre pour une structure lâche.

Si prescrit, la valeur de la charge correspondant à l'apparition de la contrainte de la fibre est définie sur la courbe de la contrainte de la fibre en fonction de la charge comme l'intersection de la portion linéaire de la courbe avec l'axe des charges.

NOTE – En première approximation, la longueur de la fibre sous contrainte d'allongement est égale à la longueur de câble en traction, sauf pour les constructions de câbles à assemblage serré. Cependant, il est à noter que la valeur calculée de la contrainte d'allongement de la fibre est liée à l'exactitude de la valeur de la longueur du câble et aussi à la surlongueur de fibre dans le câble qui dépend de la conception de celui-ci (structures lâches).

- e) The change of attenuation and/or fibre strain shall be recorded, preferably as a function of cable load or elongation.
- f) For cables with a large number of fibres a multiple attenuation and/or fibre strain measuring device can be used.
- g) A representative number of fibres and/or a number of test cycles shall be agreed between manufacturer and customer.

3.3.5 Results

a) Final measurements

The attenuation and/or fibre strain of the sample shall not exceed the values given in the relevant detail specification.

b) The following data shall be presented with the results:

- 1) length of the cable and length under tension;
- 2) end preparation;
- 3) details of the load cell;
- 4) details of the launching conditions and attenuation measuring device;
- 5) details of fibre strain measuring device, if applicable;
- 6) severity of test;
- 7) change of attenuation and/or fibre strain at a specified wavelength as a function of the load;
- 8) rate of tension increase;
- 9) temperature;
- 10) for method E1B:

If required by the detail specification, the residual elongation strain after removal of the load shall be measured.

The set of data presented with the results shall include the calibration curve or factor of the measured phase shift or pulse delay versus fibre elongation of the relevant fibre.

An example of a presentation of the cable and fibre elongation for a loosely packaged construction is given in figure 2.

If required, the load value where the beginning of fibre strain occurs is defined, on the plot of fibre strain versus load, as the intersection of the linear portion of the curve with the load axis.

NOTE – As a first approximation, the length of fibre under elongation strain is taken as equal to the length of cable under tensile load except for cables with tightly assembled constructions. It should be noted, however, that the calculated value of fibre elongation strain is affected by the accuracy of the value of this cable length and also by the excess length of fibre in the cable, which depends on the cable design (loose structures).

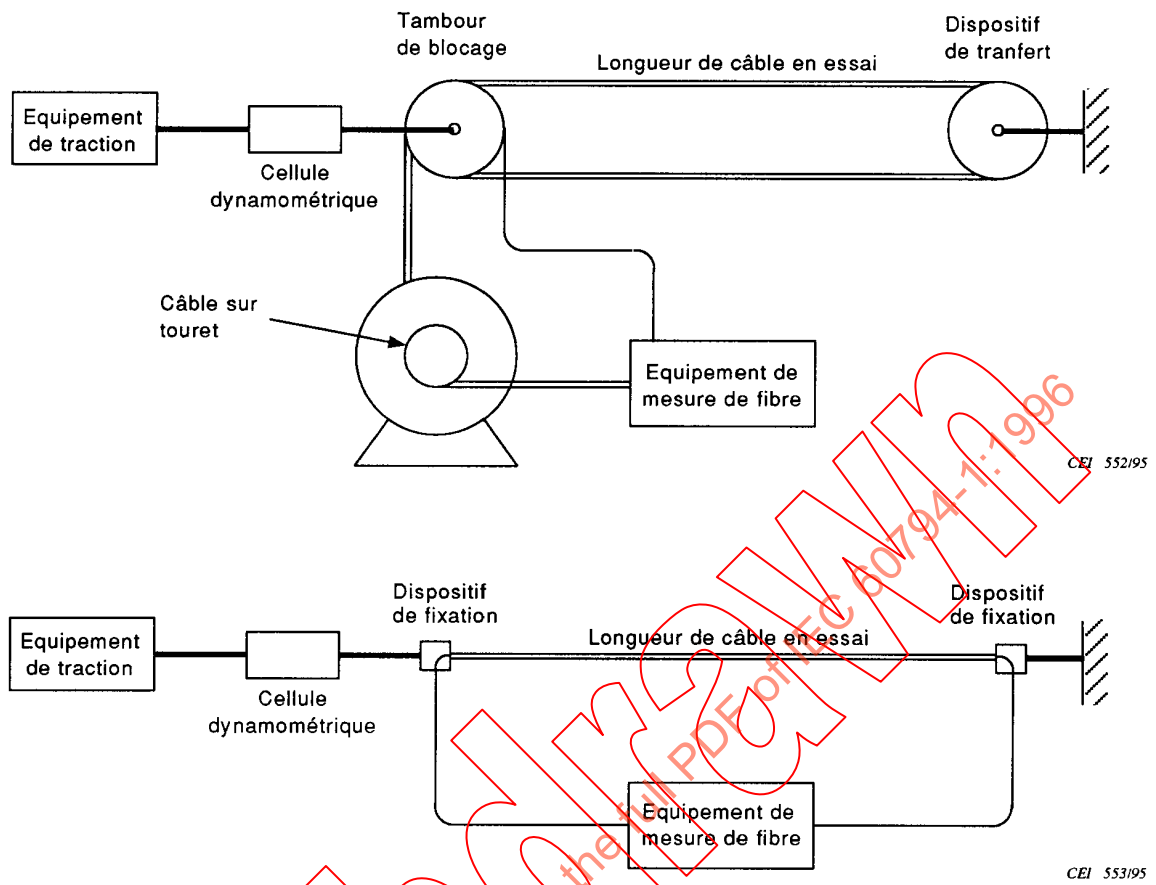


Figure 1 – Exemples d'équipement de mesure de la résistance à la traction

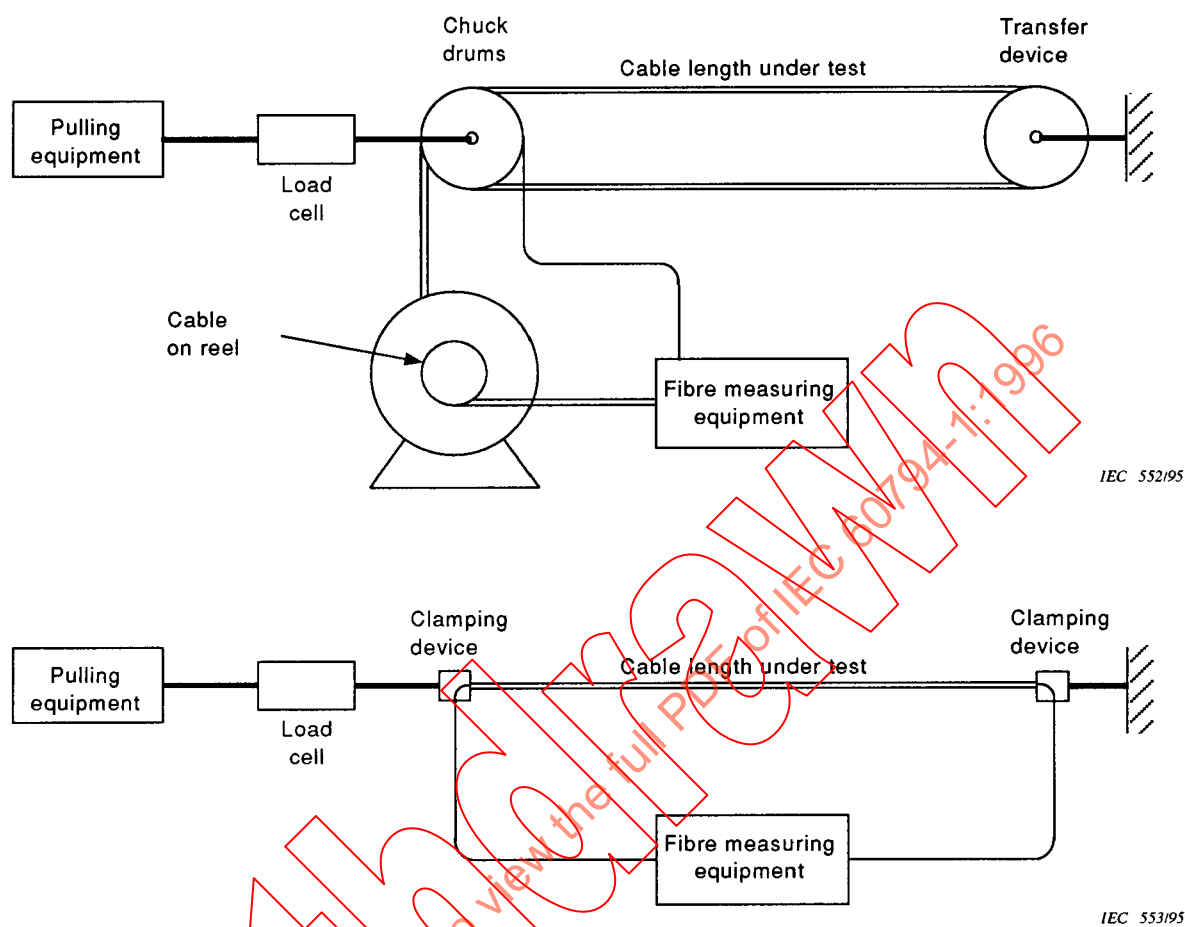
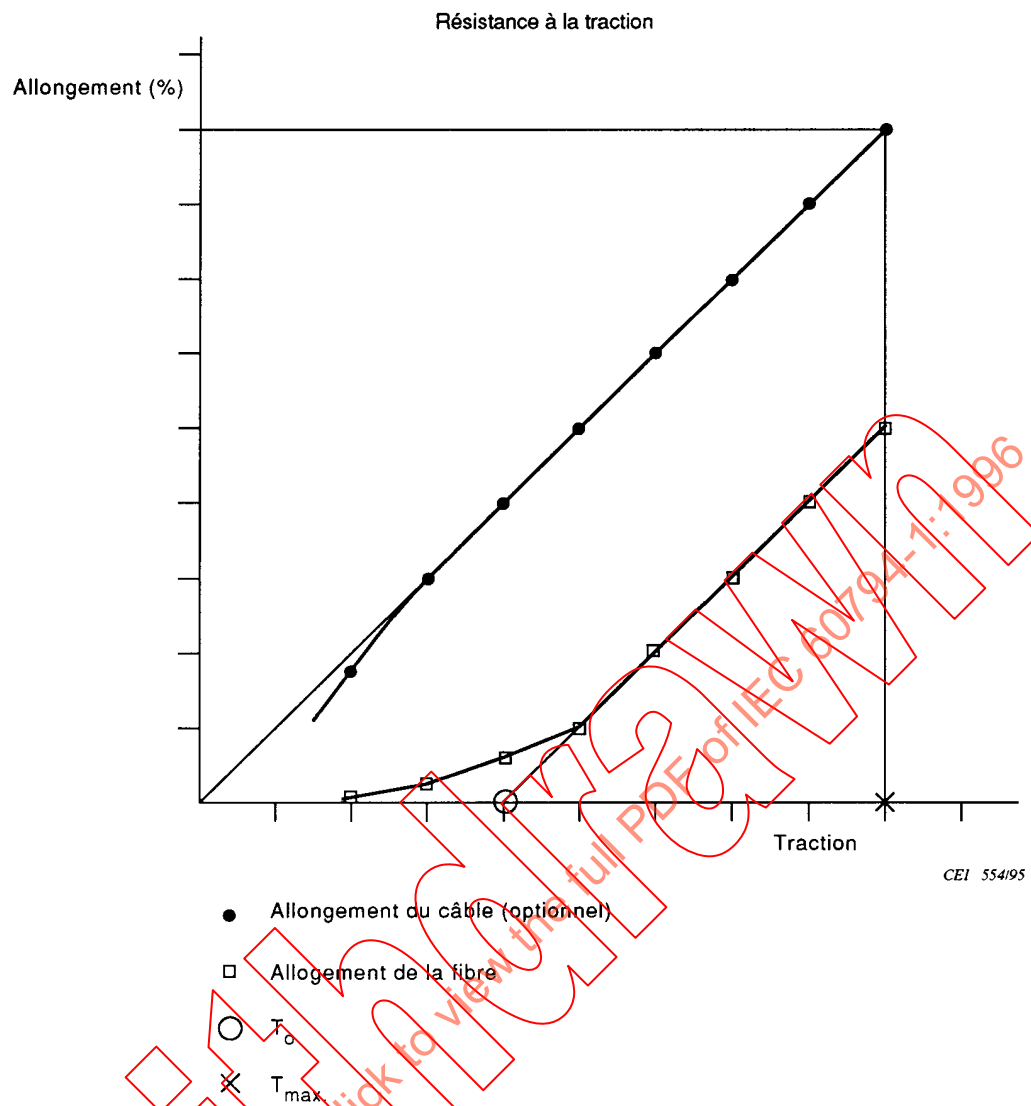


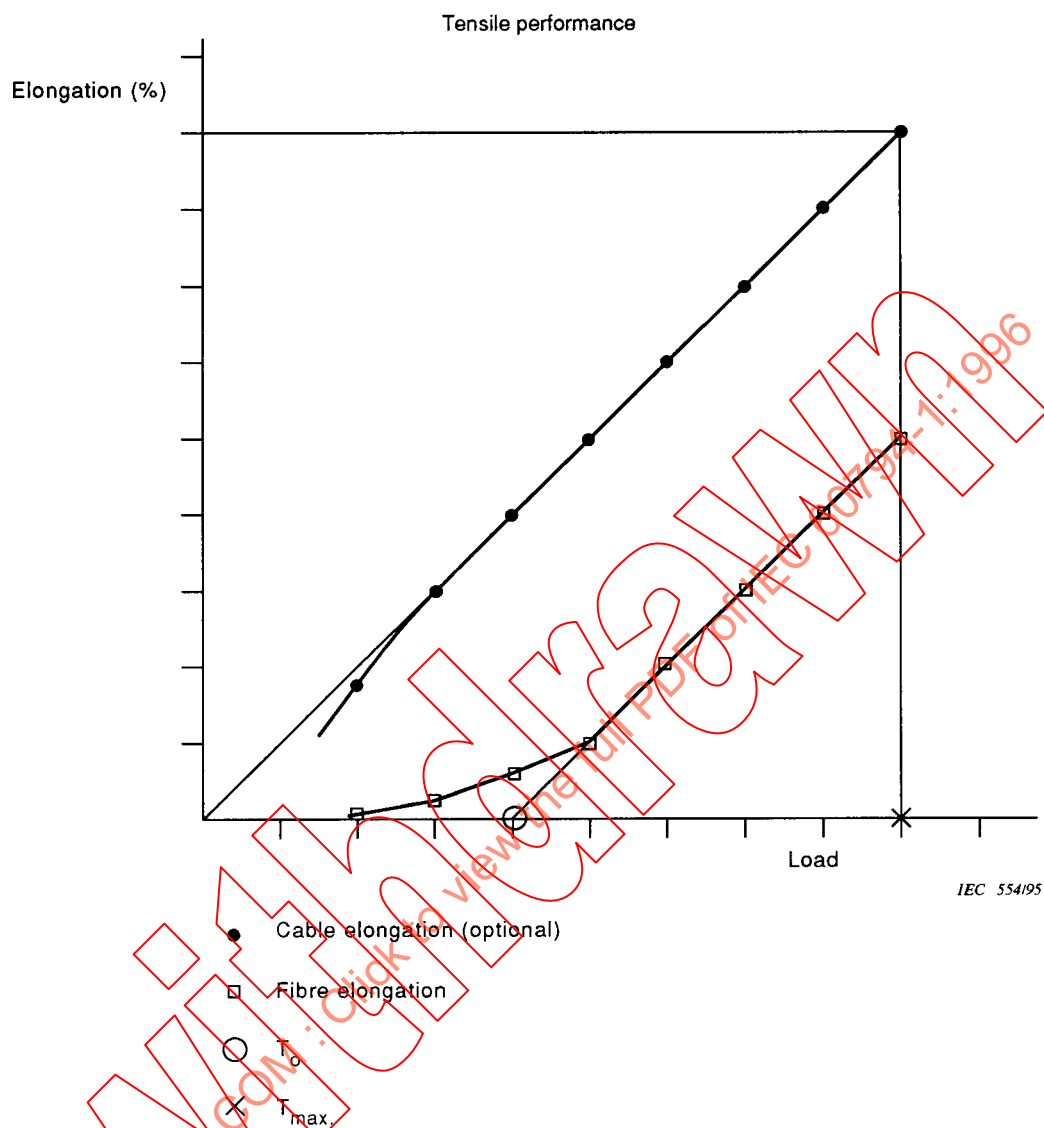
Figure 1 – Examples of tensile performance measuring apparatus



NOTE – T_0 correspond à la charge à laquelle la fibre devient sous contrainte.

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

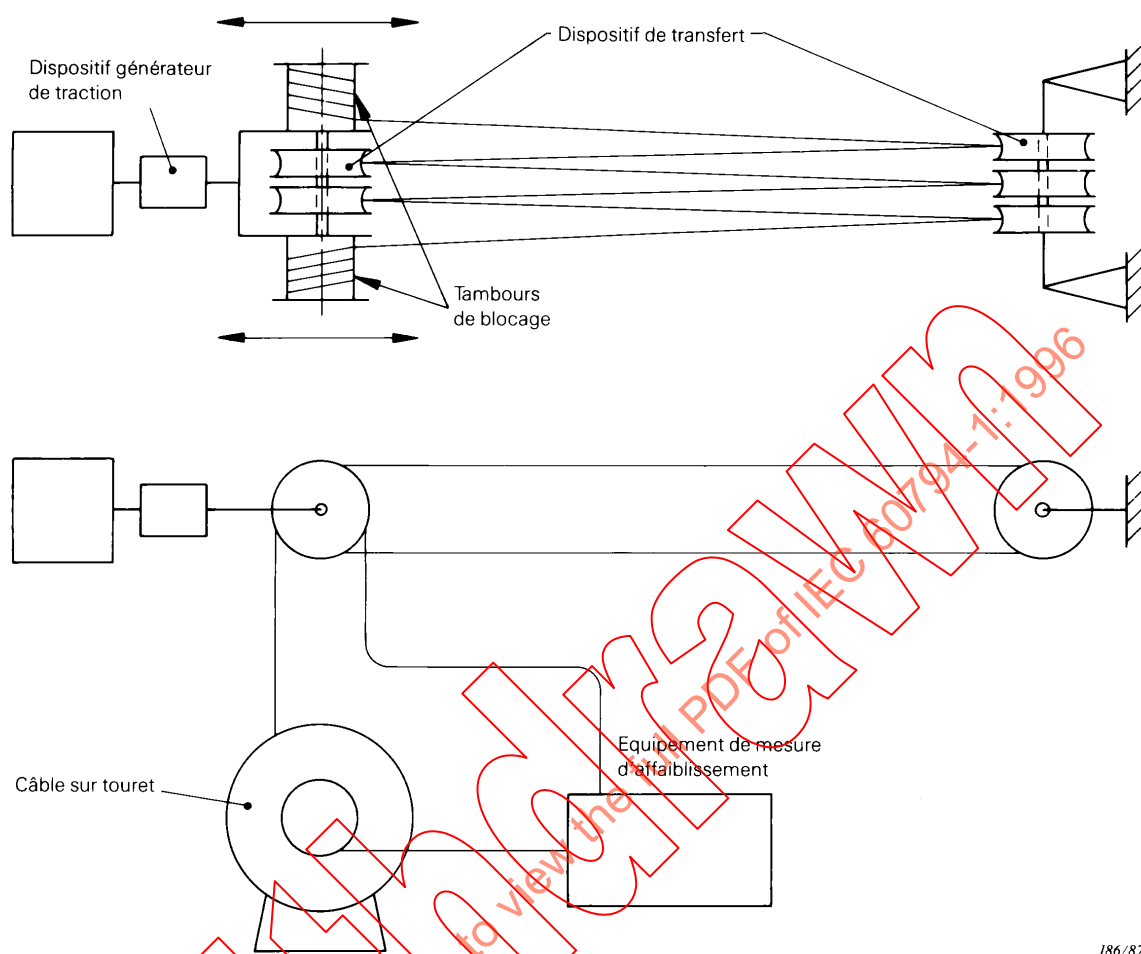
Figure 2 – Exemple d'allongement de fibre et de câble en fonction de la charge



NOTE – T_0 corresponds to the load at which the fibre becomes under strain.

T_{max} corresponds to the maximum specified pulling load.

Figure 2 – Example of fibre and cable elongation as a function of load



186/87

Figure 3 – Exemple d'un banc de mesure de résistance à la traction

3.4 Méthode CEI 794-1-E2 – Résistance à l'abrasion

3.4.1 Introduction

La résistance à l'abrasion des câbles à fibres optiques se présente sous deux aspects: 1) l'aptitude de la gaine à résister à l'abrasion et 2) l'aptitude des marquages du câble à résister à l'abrasion.

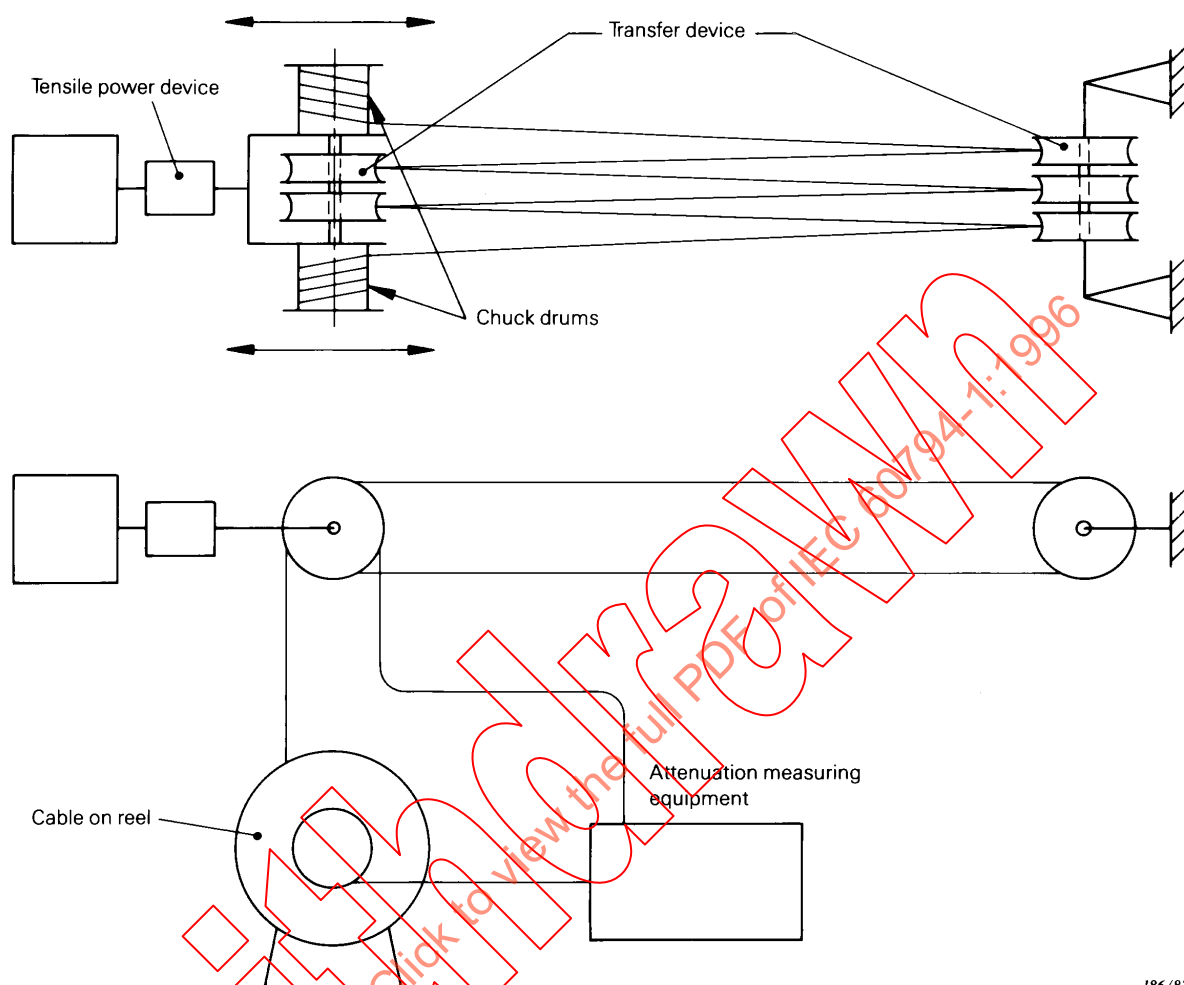
3.4.2 Méthode CEI 794-1-E2A – Résistance à l'abrasion de la gaine de protection d'un câble à fibres optiques

a) Objet

Le but du présent essai est de déterminer l'aptitude de la gaine d'un câble optique à résister à l'abrasion.

b) Appareillage

Le banc d'essai d'abrasion comprend un dispositif destiné à abraser la surface du câble dans deux directions, parallèlement à l'axe longitudinal du câble sur une longueur de 10 mm $\pm$ 1 mm à une fréquence de 55 cycles/min $\pm$ 5 cycles/min. Un cycle se compose d'un mouvement de l'arête abrasive dans chaque direction.



186/87

Figure 3 – Example of a tensile performance measuring equipment

3.4 Method IEC 794-1-E2 – Abrasion

3.4.1 Introduction

The abrasion resistance of optical fibre cables has two aspects: 1) the ability of the sheath to resist abrasion and 2) the ability of cable markings to resist abrasion.

3.4.2 Method IEC 794-1-E2A – Abrasion resistance of optical fibre cable sheaths

a) Object

The purpose of this test is to determine the ability of an optical fibre cable sheath to resist abrasion.

b) Apparatus

The abrasion test rig consists of a device designed to abrade the surface of the cable in both directions parallel to the longitudinal axis of the cable over a length of $10 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ at a frequency of $55 \text{ cycles/min} \pm 5 \text{ cycles/min}$. One cycle consists of one abrading edge movement in each direction.

L'arête abrasive doit être une aiguille en acier de diamètre tel que défini par la spécification particulière.

Un appareillage typique est présenté à la figure 4.

c) Conditions d'essai

L'essai doit être effectué dans les conditions atmosphériques normales conformément à 5.3 de la CEI 68-1.

d) Procédure

Fixer fermement un échantillon de câble d'une longueur d'environ 750 mm, au dispositif de fixation à l'aide de serre-câbles. Soumettre l'arête abrasive à la masse nécessaire pour produire la force prescrite dans la spécification particulière, tout en évitant de soumettre le câble à des chocs.

L'échantillon est soumis à quatre essais. Il est déplacé de 100 mm entre chaque essai avec rotation d'un angle de 90° toujours dans la même direction.

e) Prescription

La gaine ne doit pas être perforée et la continuité optique doit être maintenue après avoir effectué le nombre de cycles spécifié dans la spécification particulière.

3.4.3 Méthode CEI 794-1-E2B – Résistance à l'abrasion du marquage des câbles à fibres optiques

a) Objet

Le but de cet essai est de déterminer l'aptitude du marquage des câbles à fibres optiques à résister à l'abrasion.

Selon le type de marquage, et comme précisé par la spécification particulière, l'une des deux méthodes suivantes doit être utilisée:

Méthode 1 est valable pour les types de marquage tels que marquages en relief, en creux et flocage;

Méthode 2 est applicable aux autres types de marquage.

b) Appareillage

1) Méthode 1

Un appareillage typique est présenté à la figure 4.

Le dispositif est destiné à abraser le marquage du câble parallèlement à son axe longitudinal sur une longueur de 40 mm à une fréquence de 55 cycles/min $\pm$ 5 cycles/min. Un cycle se compose d'un mouvement de l'arête abrasive dans chaque direction.

L'arête abrasive doit être une aiguille en acier, de diamètre de 1 mm ou tel que prescrit dans la spécification particulière.

2) Méthode 2

L'appareillage d'essai se compose:

- d'un montage d'essai pour appliquer une force à un morceau de feutre. Un exemple typique est montré à la figure 5;
- d'un feutre de couleur blanche;
- de masses pour appliquer une force à l'échantillon.

c) Conditions d'essai

L'essai doit être effectué dans les conditions atmosphériques normales conformément à 5.3 de la CEI 68-1.

The abrading edge shall be a steel needle with a diameter as specified in the detail specification.

A typical apparatus is shown in figure 4.

c) Conditions for testing

The test shall be carried out at standard atmospheric conditions for testing in accordance with 5.3 of IEC 68-1.

d) Procedure

Securely attach the cable sample, measuring approximately 750 mm in length, to the supporting plate by means of cable clamps. The abrading edge shall be loaded with the mass necessary to provide the force stated in the detail specification whilst avoiding shock on the cable.

Four tests shall be made on each sample, with the sample moved forwards 100 mm between tests while rotating it through an angle of 90°, always in the same direction.

e) Requirement

There shall be no perforation of the sheath and optical continuity shall be maintained after performing the number of cycles specified in the detail specification.

3.4.3 Method IEC 794-1-E2B – Abrasion resistance of optical fibre cable markings

a) Object

The purpose of this test is to determine the ability of markings of optical fibre cables to resist abrasion.

Depending on the kind of marking and as indicated in the detail specification, one of the following two methods shall be used:

Method 1 is suitable for rigid marking types like embossing, indenting and sintering;

Method 2 is applicable to marking types other than embossing, indenting and sintering.

b) Apparatus

1) Method 1

A typical apparatus is shown in figure 4.

The device is designed to abrade the marking of the cable parallel to the longitudinal axis of the cable over a length of 40 mm at a frequency of 55 cycles/min $\pm$ 5 cycles/min. One cycle consists of one abrading edge movement in each direction.

The abrading edge shall be a steel needle with a diameter of 1 mm or as specified in the detail specification.

2) Method 2

The apparatus consists of:

- a test set-up, to apply a force to the wool felt. A typical example is shown in figure 5;
- a wool felt, colour white;
- masses to apply a force to the sample.

c) Conditions for testing

The test shall be carried out at standard atmospheric conditions for testing in accordance with 5.3 of IEC 68-1.

d) Procédure

1) *Méthode 1*

Fixer fermement l'échantillon de câble, d'environ 750 mm de longueur, sur la plaque support à l'aide de serre-câbles. Réaliser l'essai avec l'échantillon monté de telle sorte que le marquage soit directement sous l'arête abrasive. Appliquer sur l'arête abrasive la masse nécessaire pour produire la force spécifiée dans la spécification particulière en évitant des chocs sur le câble.

2) *Méthode 2*

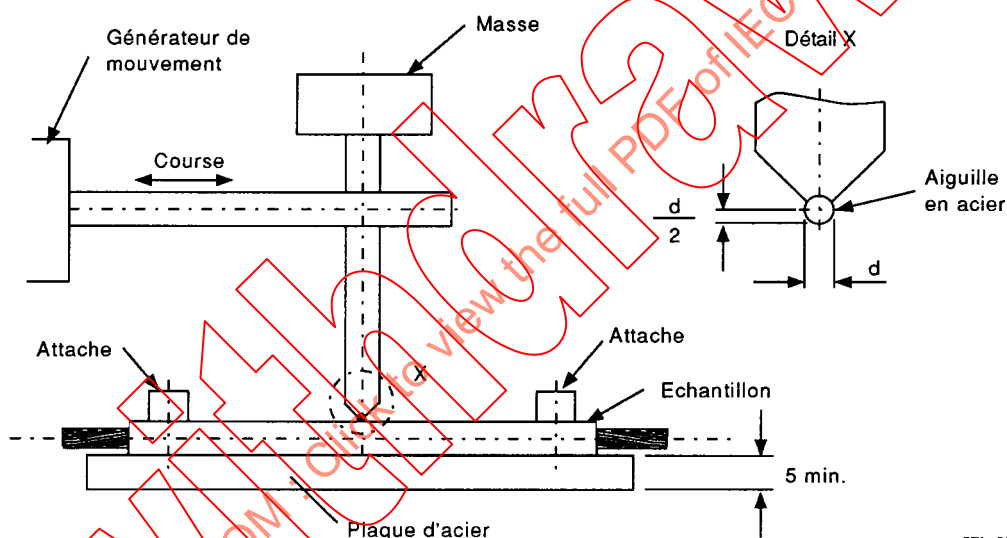
Un échantillon de câble contenant les marquages doit être placé entre les deux parties du feutre.

Le feutre doit être complètement imbibé d'eau.

La force normale (F) spécifiée dans la spécification particulière doit être appliquée sur les marquages sur l'échantillon en déplacement avant et arrière, sur une longueur de 100 mm. Le nombre de cycles doit être indiqué dans la spécification particulière.

e) Prescription

Le marquage doit être lisible à la fin de l'essai après le nombre de cycles indiqué dans la spécification particulière.



CEI 555/95

Figure 4 – Appareillage d'essai typique pour les essais E2A et E2B, méthode 1

d) Procedure

1) *Method 1*

Securely attach the cable sample, measuring approximately 750 mm in length, to the supporting plate by means of cable clamps. Carry out the test with the sample mounted so that the marking is directly under the abrading edge. Load the abrading edge with the mass necessary to provide the force specified in the detail specification whilst avoiding shock on the cable.

2) *Method 2*

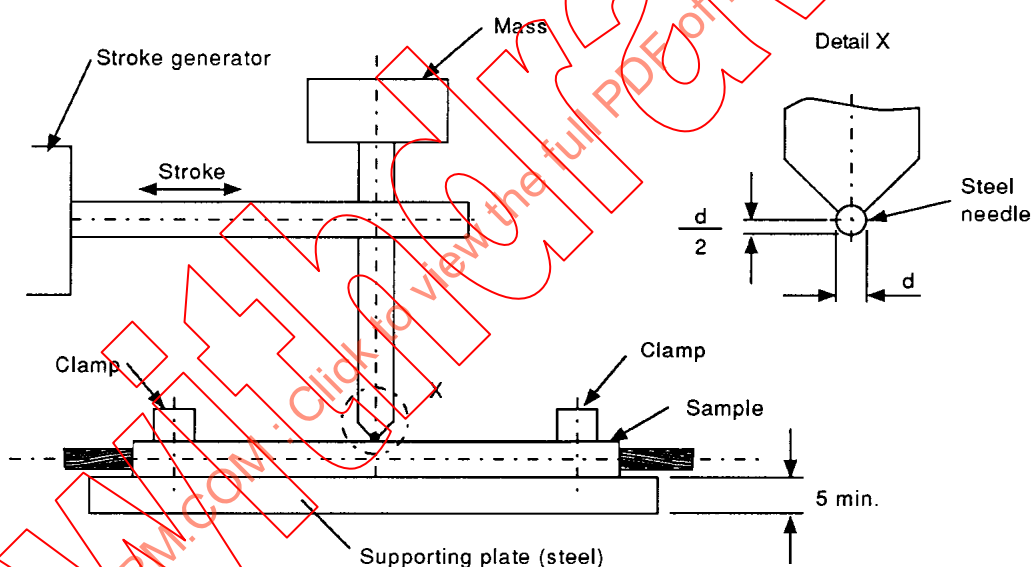
A sample of cable containing markings shall be laid between the two parts of the wool felt.

The wool felt shall be thoroughly impregnated with water.

The normal force (F) given in the detail specification shall be applied to the markings on the sample which is moved back and forth over a length of 100 mm. The number of cycles shall be specified in the detail specification.

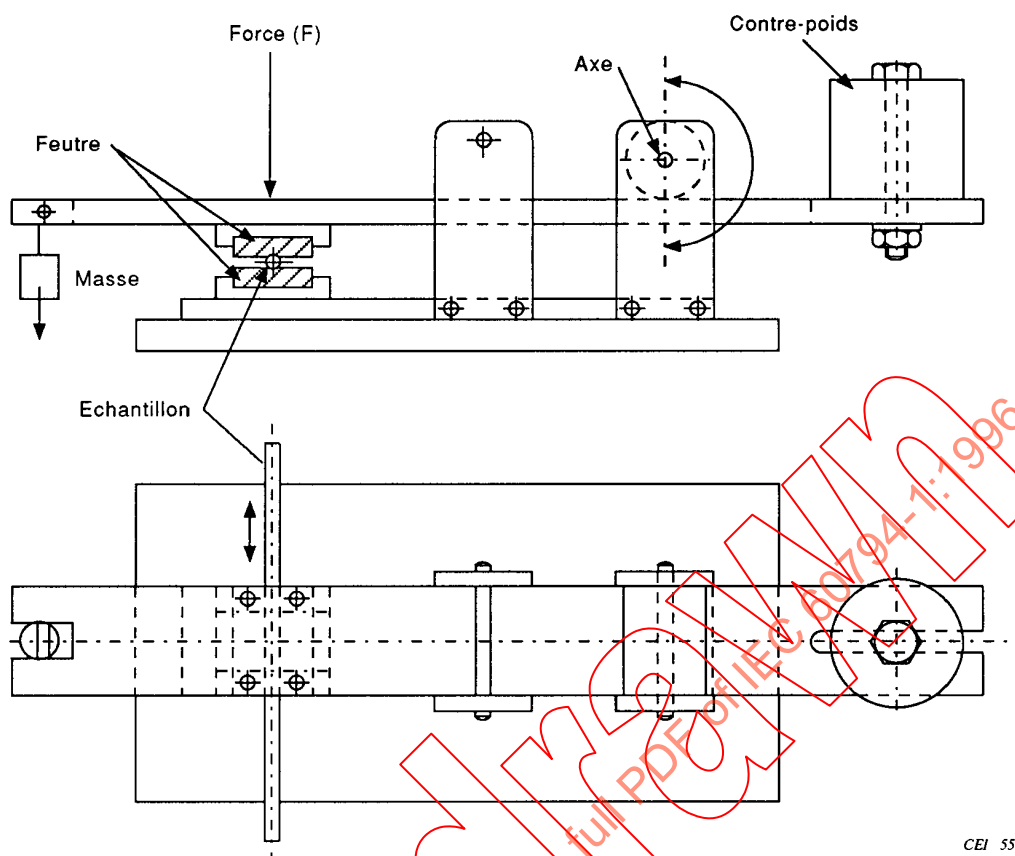
e) Requirement

The marking shall be legible at the completion of the test after the number of cycles specified in the detail specification.



IEC 555/95

Figure 4 – Typical test set-up for tests E2A and E2B, method 1



CEI 556/95

Figure 5 – Appareillage d'essai typique pour l'essai E2B, méthode 2

3.5 Méthode CEI 794-1-E3 – Ecrasement

3.5.1 Objet

Le but du présent essai est de déterminer l'aptitude d'un câble à fibres optiques à supporter l'écrasement.

3.5.2 Appareillage

L'appareillage d'essai doit permettre l'écrasement d'un échantillon de câble entre une plaque d'acier plate fixe et une plaque d'acier mobile qui applique, de façon uniforme, la force d'écrasement sur une longueur d'échantillon de 100 mm.

Les bords de la plaque mobile doivent être arrondis et présenter un rayon d'environ 5 mm. Ces bords ne sont pas inclus dans la partie plate de 100 mm de la plaque. Un équipement adapté est présenté dans la figure 6.

3.5.3 Conditions d'essai

L'essai doit être effectué dans les conditions atmosphériques normales, conformément aux prescriptions de 5.3 de la CEI 68-1.

3.5.4 Procédure

L'échantillon de câble doit être installé entre les plaques de manière à éviter les mouvements latéraux et la force doit être appliquée progressivement sans variation brusque. Si la force est appliquée par échelons, ces derniers ne doivent pas dépasser un rapport de 1,5 : 1.

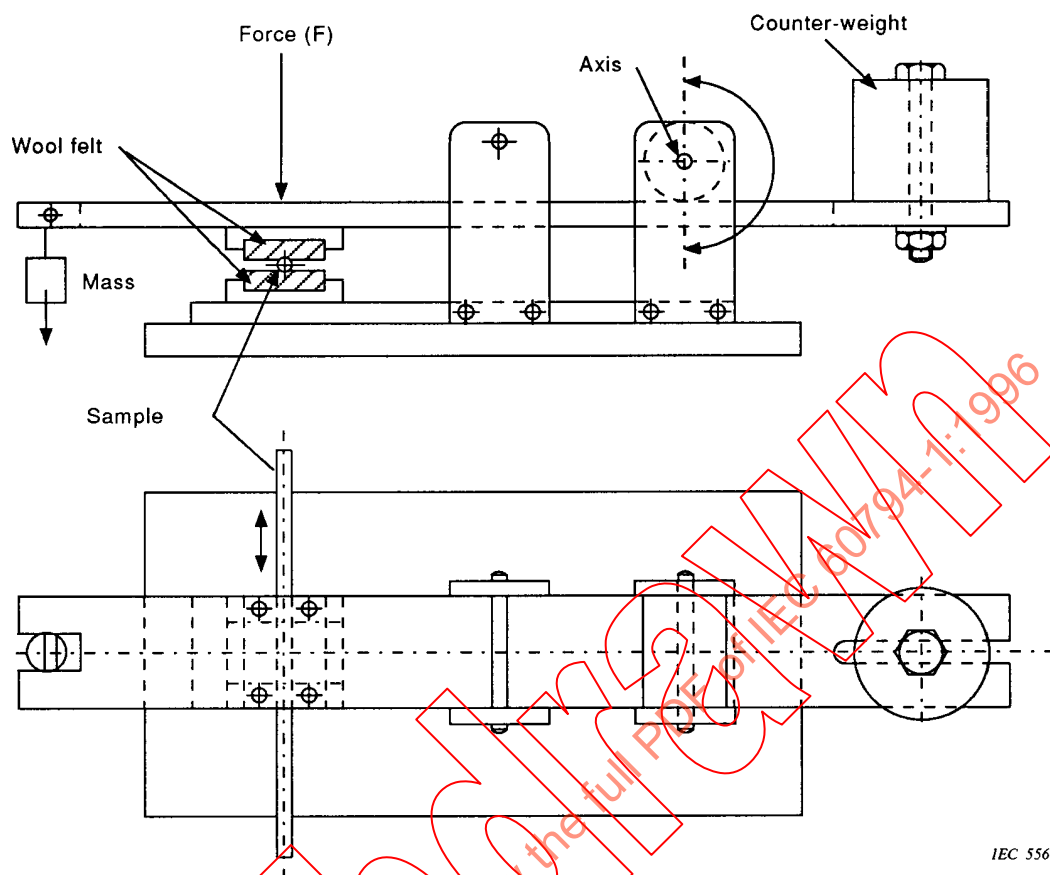


Figure 5 – Typical test set-up for test E2B, method 2

3.5 Method IEC 794-1-E3 – Crush

3.5.1 Object

The purpose of this test is to determine the ability of an optical fibre cable to withstand crushing.

3.5.2 Apparatus

The apparatus shall allow a sample of cable to be crushed between a flat steel base plate and a movable steel plate which applies the crushing force uniformly over a 100 mm length of the sample.

The edges of the movable plate shall be rounded with a radius of about 5 mm. The edges are not included in the 100 mm flat part of the plate. A suitable apparatus is shown in figure 6.

3.5.3 Conditions for testing

The test shall be carried out at standard atmospheric conditions for testing in accordance with 5.3 of IEC 68-1.

3.5.4 Procedure

The cable sample shall be mounted between the plates so that lateral movement is prevented, and the force applied gradually without any abrupt change. If the force is applied in incremental steps, these shall not exceed a ratio of 1,5 : 1.

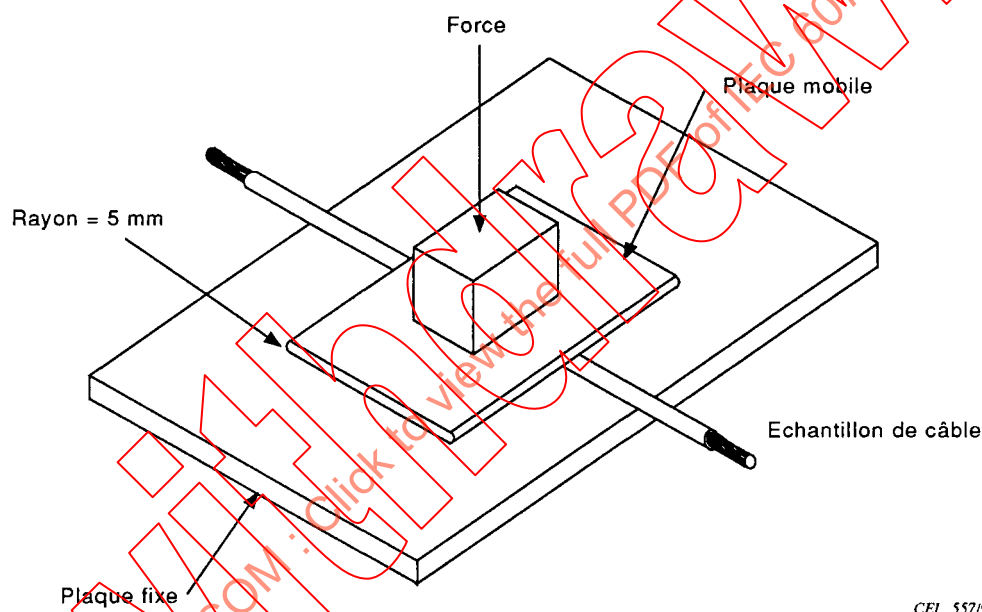
Sauf indication contraire dans la spécification particulière, la force doit être appliquée en trois endroits différents sur l'échantillon, qui doivent être distants les uns des autres d'au moins 500 mm sans faire tourner le câble.

Si cela est prescrit dans la spécification particulière, il est possible d'effectuer un essai supplémentaire ou alternatif, en introduisant un ou plusieurs mandrins en acier (25 mm de diamètre, sauf indication contraire dans la spécification particulière), perpendiculairement à l'échantillon, pour simuler des conditions opérationnelles particulières.

La force totale et la durée de son application doivent être indiquées dans la spécification particulière.

3.5.5 Prescription

Les critères d'acceptation relatifs à l'essai doivent être indiqués dans la spécification particulière.



CEI 557/95

Figure 6 – Essai d'écrasement

3.6 Méthode CEI 794-1-E4 – Chocs

3.6.1 Objet

L'objet de cet essai est de déterminer l'aptitude d'un câble à fibres optiques à résister aux chocs.

3.6.2 Echantillon

La longueur de l'échantillon doit être suffisante pour effectuer l'essai prescrit. Pour évaluer uniquement les détériorations physiques, la longueur peut aller de 1 m (par exemple pour des cordons jarretières de petit diamètre ou des câbles duplex) à 5 m (pour des câbles de plus grand diamètre). Des longueurs supérieures peuvent être nécessaires pour permettre les mesures optiques.

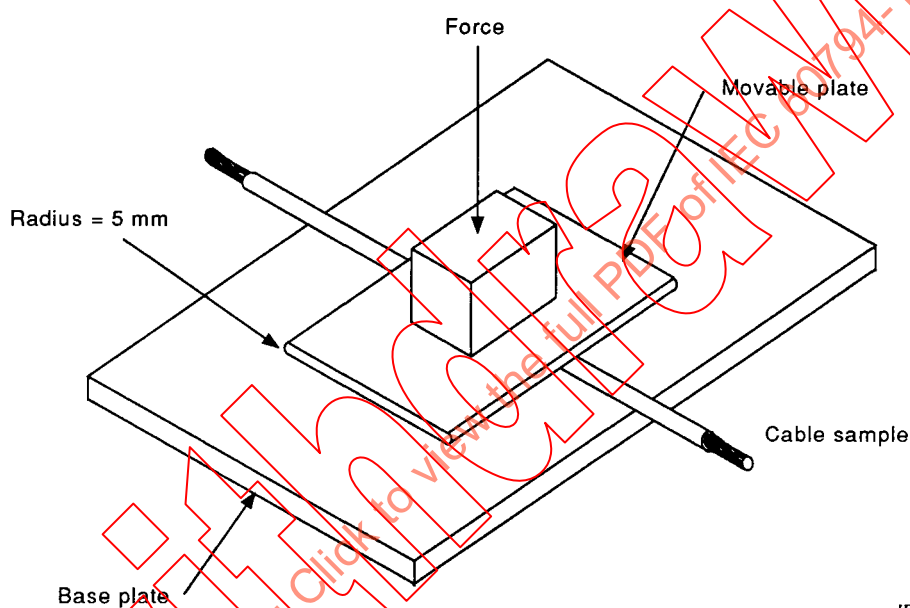
Unless otherwise specified in the detail specification, the force shall be applied at three different places on the specimen spaced not less than 500 mm apart, without rotating the cable.

If requested in the detail specification, an additional or alternative test may be performed by inserting one or more steel mandrels (25 mm in diameter unless otherwise specified in the detail specification) perpendicular to the sample, to represent particular operational conditions.

The total force and duration of application shall be specified in the detail specification.

3.5.5 Requirement

The acceptance criteria for the test shall be stated in the detail specification.



IEC 557195

Figure 6 – Crush test

3.6 Method IEC 794-1-E4 – Impact

3.6.1 Object

The purpose of this test is to determine the ability of an optical fibre cable to withstand impact.

3.6.2 Sample

The sample length shall be sufficient to carry out the testing specified. When only physical damage is to be evaluated the length may range from 1 m (for example for small diameter jumper cords or duplex cables) to 5 m (for larger diameter cables). Longer lengths may be necessary to permit optical measurements.

3.6.3 Appareillage

L'appareillage doit permettre d'appliquer un choc à un échantillon de câble fixé sur une plaque rigide en acier. Lorsqu'un seul ou seulement quelques chocs sont prescrits, l'appareillage illustré à la figure 7 convient. Il permet à un poids de tomber verticalement sur un bloc en acier qui transmet le choc à l'échantillon de câble. Lorsque des chocs répétés sont prescrits (par exemple plus de cinq), l'appareillage illustré à la figure 8, qui permet de transmettre une série de chocs par la chute d'un marteau, est mieux adapté. Lorsque l'appareillage de la figure 8 est utilisé et sauf prescription contraire dans la spécification particulière, la fréquence des chocs doit être approximativement d'un cycle en 2 s.

Dans les deux cas, un appareillage équivalent peut également être utilisé.

La surface de frappe entrant en contact avec l'échantillon doit être arrondie. Le rayon R de cette surface doit être prescrit dans la spécification particulière.

Si cela est prescrit dans la spécification particulière, l'appareillage doit inclure tout équipement d'essai nécessaire à la mesure des changements dans les performances optiques, par exemple selon la méthode CEI 793-1-C4.

3.6.4 Conditions d'essai

Sauf prescription contraire dans la spécification particulière, l'essai doit être effectué dans les conditions atmosphériques normales d'essai selon 5.3 de la CEI 68-1. Au besoin, l'échantillon doit être exposé aux conditions atmosphériques normales pendant 24 h.

3.6.5 Procédure

La masse du poids ou du marteau et la hauteur de laquelle ils sont lâchés doivent être ajustées de façon à fournir la valeur d'énergie potentielle prescrite dans la spécification particulière. Le nombre, la fréquence des chocs et leur localisation sur l'échantillon doivent être conformes aux prescriptions de la spécification particulière.

3.6.6 Critères d'acceptation

Les critères d'acceptation de l'essai doivent être indiqués dans la spécification particulière. Les modes de défaillance typiques incluent la perte de continuité optique, la dégradation du facteur de transmission optique ou la détérioration physique du câble.

3.6.3 Apparatus

The apparatus shall allow an impact to be imparted to a cable sample which is fixed to a flat substantial steel base. When a single or only a few impacts are required, a typical apparatus is shown in figure 7. This allows a weight to drop vertically onto a piece of steel which transmits the impact to the cable sample. When repeated impacts are required (say greater than five), a more practical apparatus is shown in figure 8 which allows multiple impacts by a drop hammer. When using apparatus such as shown in figure 8 and unless otherwise specified in the detail specification, the impact rate shall be approximately one cycle in 2 s.

In both cases, other equivalent apparatus may also be used.

The striking surface contacting the sample shall be rounded. The radius R of the surface shall be specified in the detail specification.

If requested in the detail specification, the apparatus shall include any optical test equipment needed to measure the changes in optical performance, for example according to method IEC 793-1-C4.

3.6.4 Conditions for testing

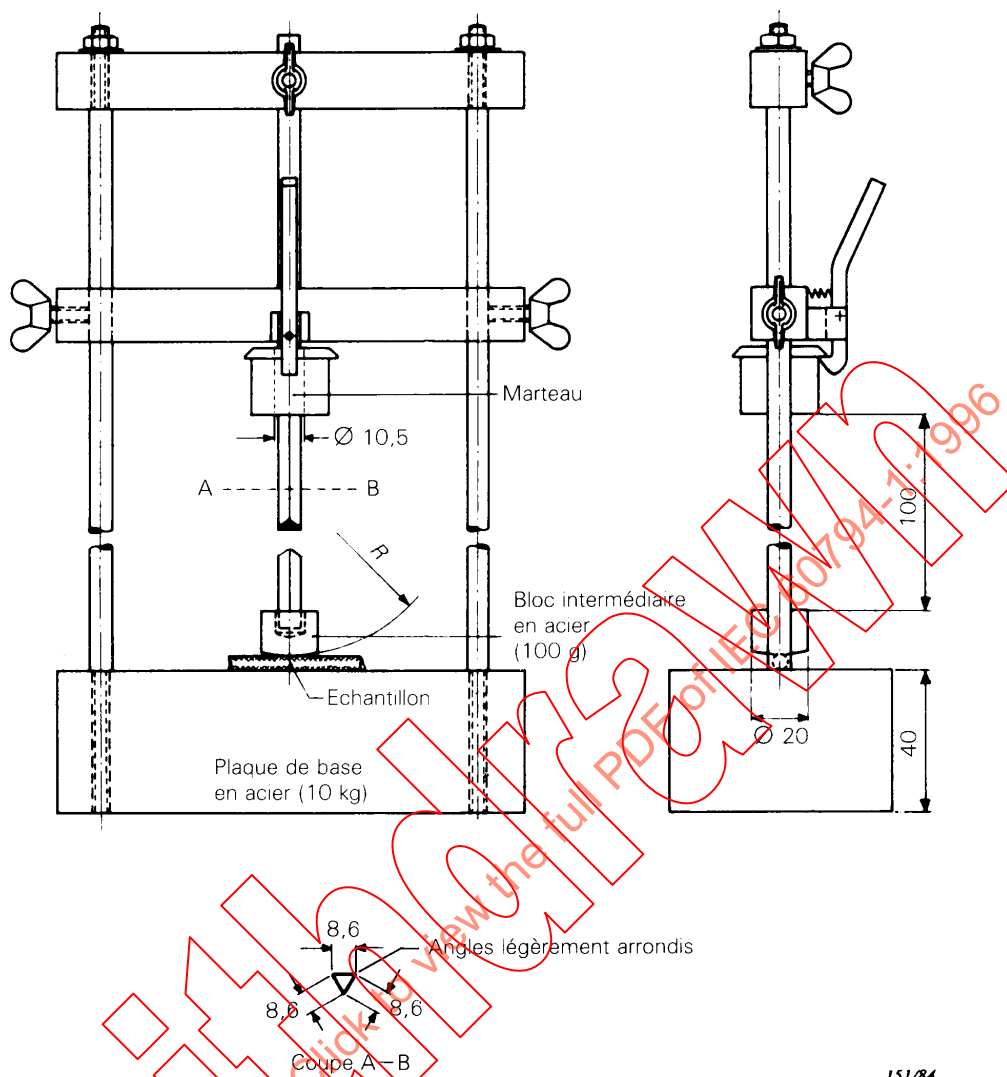
Unless otherwise specified in the detail specification, the test shall be carried out at standard atmospheric conditions for testing in accordance with 5.3 of IEC 68-1. If necessary the sample shall be pre-conditioned at standard atmospheric conditions for 24 h.

3.6.5 Procedure

The mass of the weight or drop hammer and the height from which it falls shall be adjusted to give the value of potential energy shown in the detail specification. The number and rate of impacts and their location on the sample shall be as specified in the detail specification.

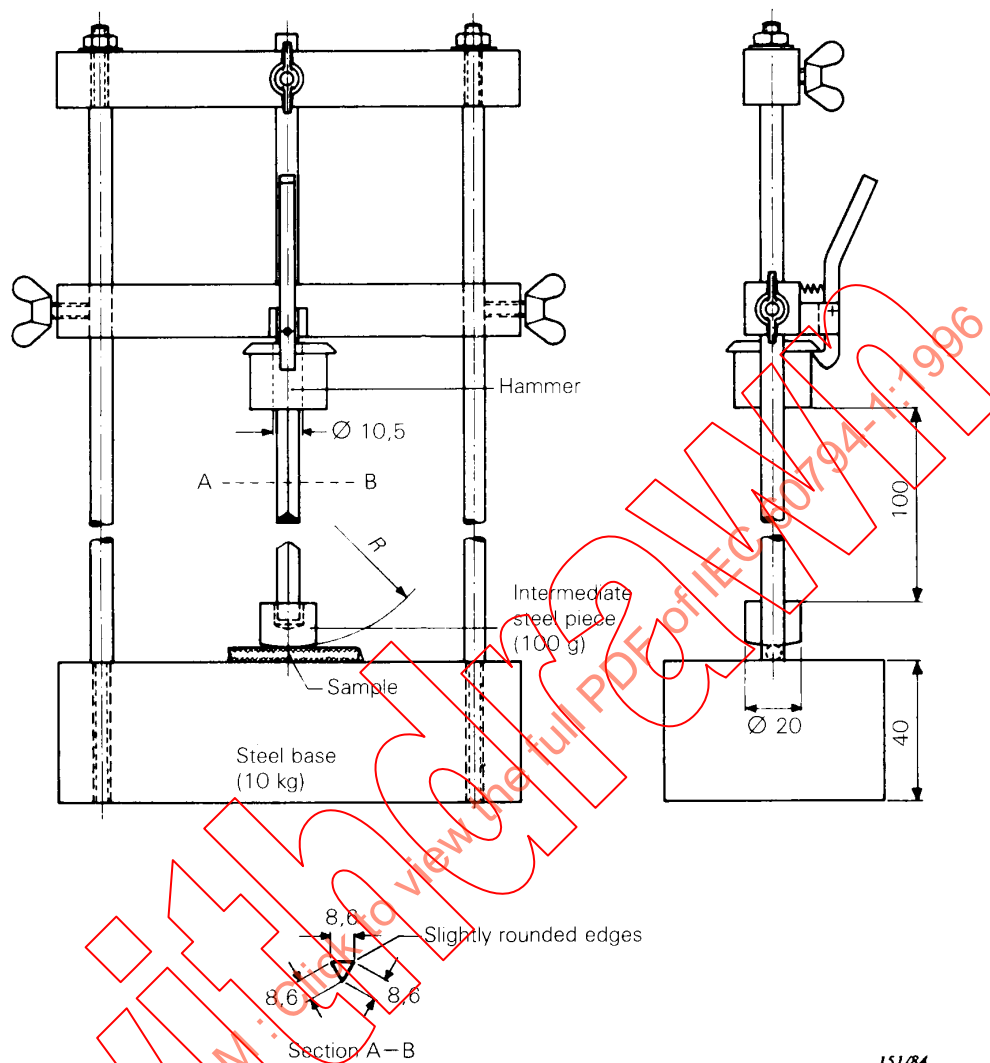
3.6.6 Acceptance criteria

The acceptance criteria for the test shall be stated in the detail specification. Typical failure modes include loss of optical continuity, degradation of optical transmittance or physical damage to the cable.



151/84

Figure 7 – Appareillage pour choc unique ou en nombre limité



151/84

Figure 7 – Apparatus for single (or few) impact(s)

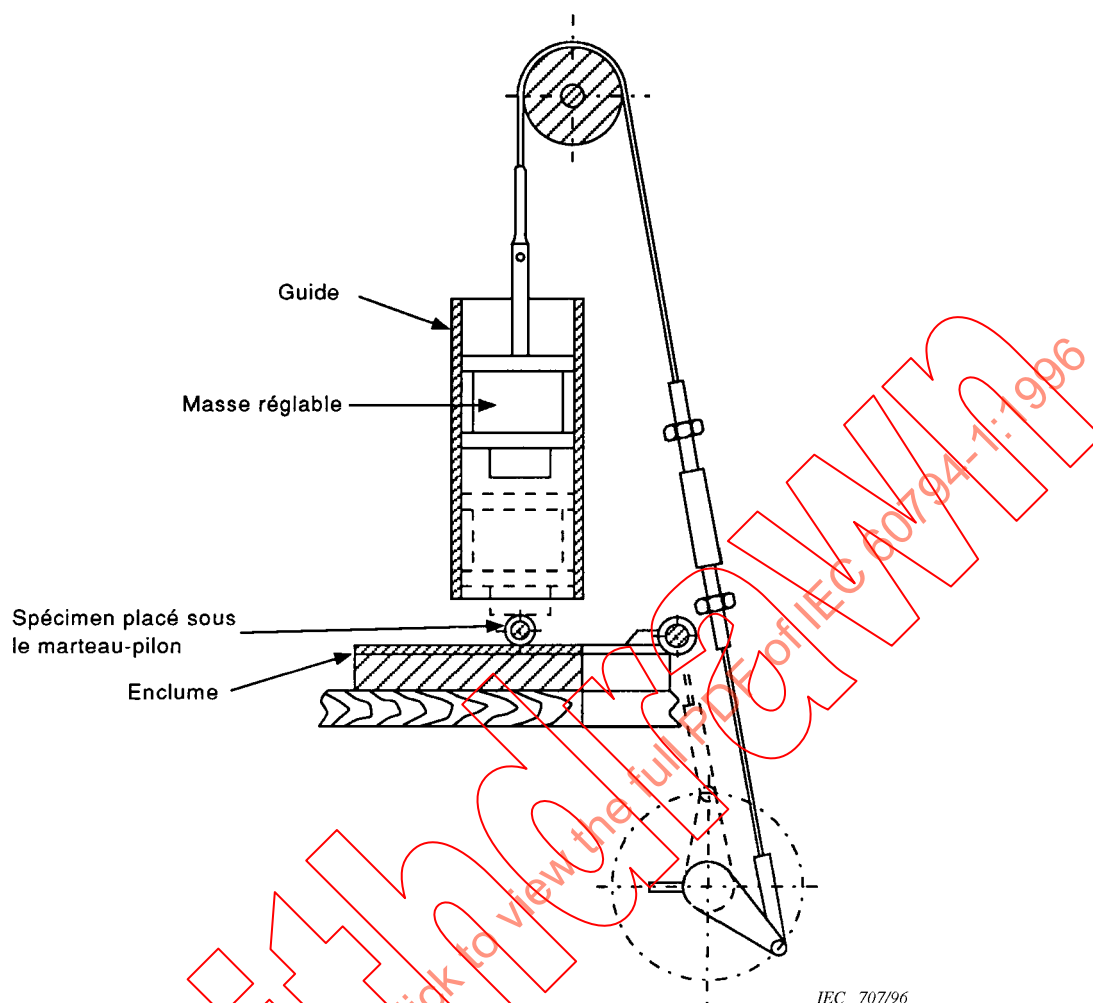


Figure 8 – Appareillage pour chocs répétés

3.7 Méthode CEI XX-1-E5 – Pression isostatique

A l'étude

3.8 Méthode CEI 794-1-E6 – Courbures répétées

3.8.1 Objet

L'objet de cet essai est de déterminer l'aptitude d'un câble à fibres optiques à résister aux courbures répétées.

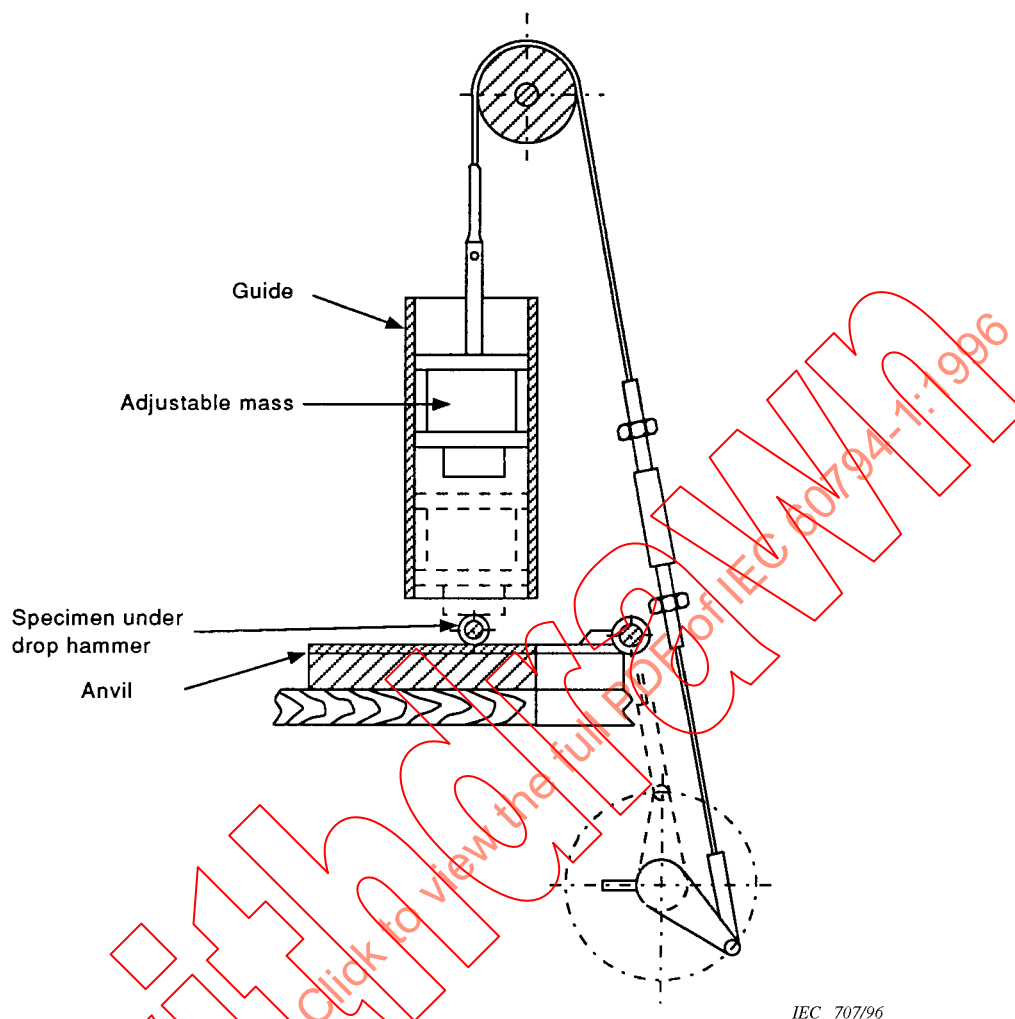


Figure 8 – Apparatus for repeated impacts

3.7 Method IEC XXX-1-E5 – Isostatic pressure

Under consideration.

3.8 Method IEC 794-1-E6 – Repeated bending

3.8.1 Object

The purpose of this test is to determine the ability of an optical fibre cable to withstand repeated bending.

3.8.2 Préparation de l'échantillon

3.8.2.1 Longueur de l'échantillon

La longueur de l'échantillon doit être suffisante pour effectuer l'essai prescrit. Pour évaluer uniquement les détériorations physiques, la longueur peut aller de 1 m (par exemple pour des cordons jarretières de petit diamètre ou des câbles duplex) à 5 m (pour des câbles de plus grand diamètre). Des longueurs supérieures peuvent être nécessaires pour permettre les mesures optiques.

3.8.2.2 Extrémités

L'échantillon doit, à chaque extrémité, se terminer par un connecteur ou d'une manière telle que les fibres, gaines et tous les éléments de traction soient solidarisés de façon représentative. Les brides de l'appareillage de courbure doivent être adéquates, du l'échantillon assez long pour qu'aucune attache ne soit nécessaire.

3.8.3 Appareillage

L'appareillage doit permettre de plier l'échantillon en arrière et en avant sur un angle de 180°, les deux positions extrêmes formant un angle de 90° de chaque côté de la verticale, tout en étant soumis à une force de traction. La figure 9 montre l'appareillage approprié pour l'essai du câble. La figure 10 montre l'appareillage approprié pour l'essai de l'ensemble câble/connecteur. On peut utiliser d'autres appareillages équivalents.

Le bras de courbure doit avoir un dispositif de fixation ou une attache réglable permettant de maintenir convenablement le câble pendant toute la durée de l'essai sans écraser les fibres optiques et provoquer de pertes optiques. Pour les câbles avec connecteur, il est possible d'utiliser un connecteur pour maintenir le câble sur le bras de courbure.

L'appareillage doit être capable de fonctionner par cycles. Un déplacement de l'échantillon de la verticale jusqu'à la position extrême du côté droit, puis à la position extrême du côté gauche et revenant à la position verticale initiale, constitue un cycle.

La durée d'un cycle de pliage doit être d'environ 2 s, sauf prescription contraire dans la spécification particulière.

L'appareillage doit inclure tout équipement d'essai optique nécessaire à la mesure des changements dans les performances prescrits dans la spécification particulière, par exemple la méthode CEI 793-1-C4.

3.8.4 Conditions d'essai

L'essai doit être effectué dans les conditions atmosphériques normales d'essai selon 5.3 de la CEI 68-1.

3.8.5 Procédure

La procédure se définit en huit étapes:

- Etape 1: préconditionner l'échantillon aux conditions atmosphériques normales (voir 3.8.4) pendant 24 h.
- Etape 2: fixer l'échantillon dans l'appareillage comme illustré aux figures 9 et 10.
- Etape 3: mesurer les paramètres correspondant aux critères d'acceptation pour définir les valeurs initiales.
- Etape 4: appliquer le poids de la masse requise dans la spécification particulière.
- Etape 5: effectuer des essais répétés de courbure pour le nombre de cycles prescrits dans la spécification particulière.

3.8.2 Preparation of sample

3.8.2.1 Sample length

The sample length shall be sufficient to carry out the testing specified. When only physical damage is to be evaluated the length may range from 1 m (for example for small diameter jumper cords or duplex cables) to 5 m (for larger diameter cables). Longer lengths may be necessary to permit optical measurements.

3.8.2.2 Termination

The sample shall be terminated at each end by a connector, or in a manner such that the fibres, sheathings and any strain members are clamped together in a representative manner. The clamps on the bending apparatus may be adequate, or the sample may be long enough that no restraint is needed.

3.8.3 Apparatus

The apparatus shall permit a sample to be bent backwards and forwards through angles up to 180°, the two extreme positions making an angle of 90° on both sides of the vertical, whilst being subjected to a tensile load. For testing cable a suitable apparatus is shown in figure 9. For testing cable/connector assemblies, a suitable apparatus is shown in figure 10. Other equivalent apparatus may be used.

The bending arm shall have an adjustable clamp or fixture to permit holding the cable securely during the entire test, without crushing the optical fibres and inducing optical loss. For connectorized cables, a connector may be used to hold the cable on the bending arm.

The apparatus shall be capable of cycling. Displacing the sample from the vertical position to the extreme right position then oscillating to the extreme left position and returning to the original vertical position is considered to be one cycle.

Unless otherwise specified in the detail specification, the bending rate shall be approximately one cycle in 2 s.

The apparatus shall include any optical test equipment needed to measure the changes in optical performance requested in the detail specification, for example according to method IEC 793-1-C4.

3.8.4 Conditions for testing

The test shall be carried out at standard atmospheric conditions for testing in accordance with 5.3 of IEC 68-1.

3.8.5 Procedure

The procedure can be defined by eight steps.

- Step 1: precondition sample at standard atmospheric conditions (see 3.8.4) for 24 h.
- Step 2: fix the sample to the apparatus as shown in figures 9 and 10.
- Step 3: measure acceptance criteria parameters to establish baseline values.
- Step 4: apply the weight of mass as shown in the detail specification.
- Step 5: carry out repeated bending for the number of cycles specified in the detail specification.

Etape 6: mesurer les paramètres correspondant aux critères d'acceptation avec le poids encore en place.

Etape 7: retirer le poids.

Etape 8: effectuer les mesures des paramètres correspondant aux critères d'acceptation. Au besoin, l'échantillon peut être retiré de l'appareillage pour un examen visuel.

Toutes, certaines ou aucune des étapes 1, 3, 6, 7 ou 8 peuvent être utilisées, selon la prescription de la spécification particulière. La spécification particulière doit indiquer l'angle de déplacement, le nombre de cycles, la masse du poids, le rayon de courbure R ainsi que les dimensions L , a , b et c .

3.8.6 Critères d'acceptation

Les critères d'acceptation de l'essai doivent être indiqués dans la spécification particulière. Les modes de défaillance typiques incluent la perte de continuité optique, la dégradation du facteur de transmission optique ou la détérioration physique du câble.

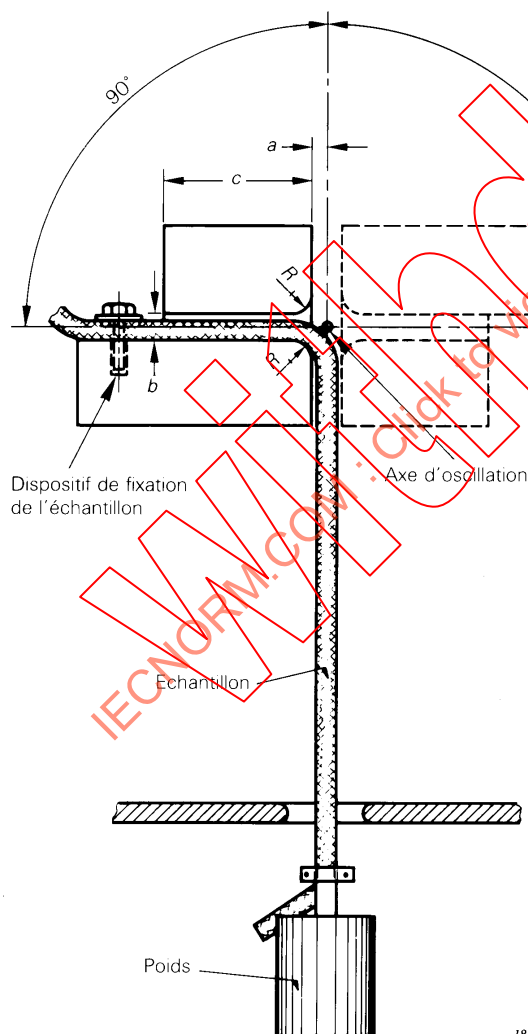


Figure 9 – Essai du câble

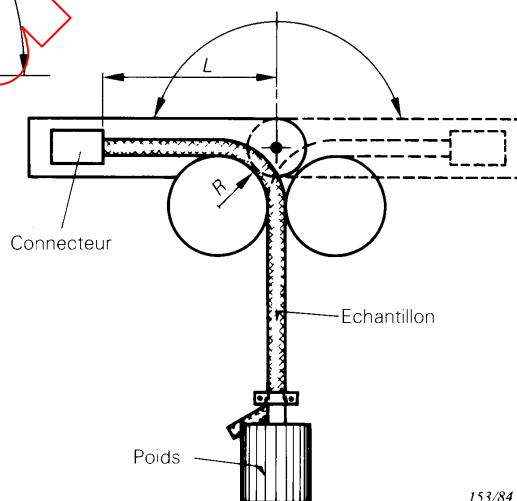


Figure 10 – Essai de l'ensemble câble/connecteur

- Step 6: measure acceptance criteria parameters with weight still applied.
- Step 7: remove the weight.
- Step 8: carry out acceptance criteria parameter measurements. If necessary the sample may be removed from the apparatus for visual examination.

Any or all or none of steps 1, 3, 6, 7 or 8 may be used, as directed by the detail specification. The detail specification shall state the angle of displacement, number of cycles, mass of the weight, bending radius R and dimensions L , a , b and c .

3.8.6 Acceptance criteria

The acceptance criteria for the test shall be stated in the detail specification. Typical failure modes include loss of optical continuity, degradation of optical transmittance or physical damage to the cable.

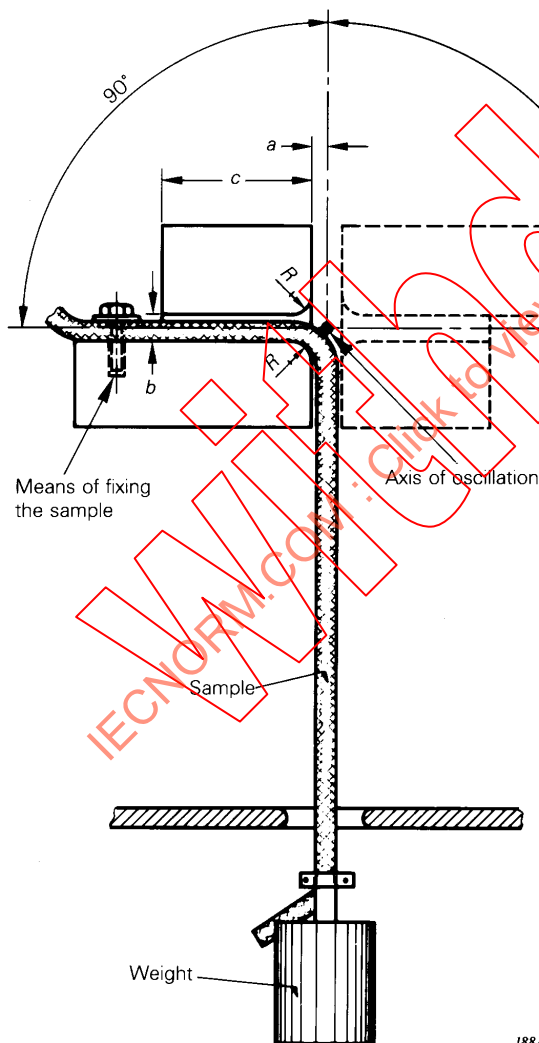


Figure 9 – Cable test

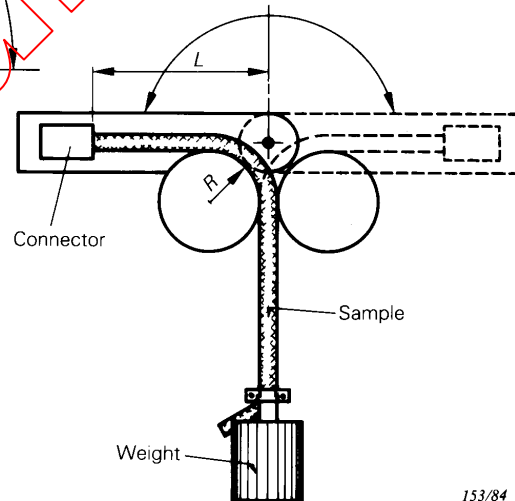


Figure 10 – Cable/connector assembly test

3.9 Méthode CEI 794-1-E7 – Torsion

3.9.1 Objet

L'objet de cet essai est de déterminer l'aptitude d'un câble à fibres optiques à résister aux torsions.

3.9.2 Préparation de l'échantillon

L'échantillon doit être terminé par un connecteur ou d'une manière telle que les fibres, gaines et tous éléments de traction soient bridés ensemble de façon représentative.

3.9.3 Appareillage

L'essai doit être effectué au moyen d'un appareillage composé d'une pince fixe et d'une pince tournante. Un appareillage approprié est représenté en figure 11 et en figure 12, mais d'autres appareillages pratiquement équivalents peuvent également être employés.

3.9.4 Conditions d'essai

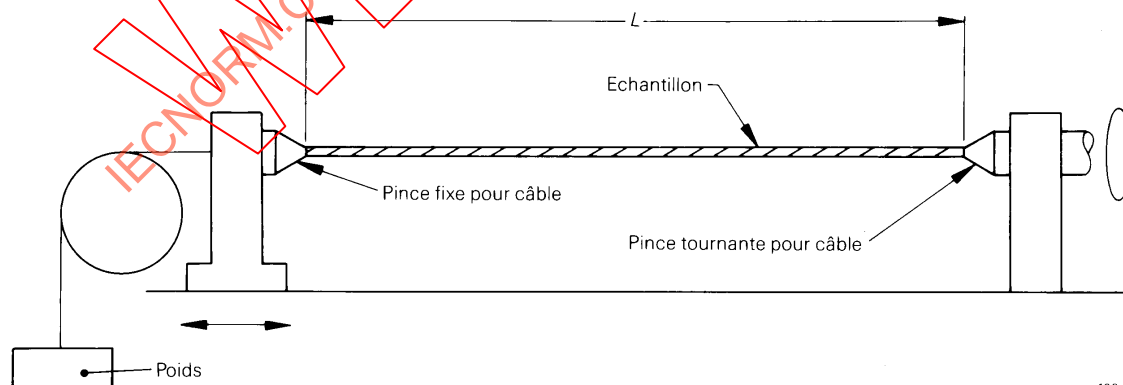
L'essai doit être effectué dans les conditions atmosphériques normales d'essai selon 5.3 de la CEI 68-1.

3.9.5 Procédure

L'échantillon doit être monté dans l'appareillage en serrant suffisamment le câble dans la pince fixe pour que la gaine ne puisse pas se déplacer en cours d'essai. Le connecteur ou l'élément terminal doit être fixé à la pince tournante, qui est mise en rotation dans le sens des aiguilles d'une montre selon le nombre de tours indiqué par la spécification particulière. L'échantillon doit être ensuite remis en position de départ et tourné dans le sens inverse des aiguilles d'une montre selon le même nombre de tours, puis remis en position de départ. Ce mouvement complet constitue un cycle. La longueur d'échantillon essayée, la masse du poids et le nombre de cycles doivent être prescrits dans la spécification particulière.

3.9.6 Prescription

Les critères d'acceptation doivent être indiqués dans la spécification particulière.



189/87

Figure 11 – Essai de torsion

3.9 IEC 794-1-E7 – Torsion

3.9.1 Object

The purpose of this test is to determine the ability of an optical fibre cable to withstand torsion.

3.9.2 Preparation of sample

The sample shall be terminated in a connector, or in a manner such that the fibres, sheathings and any strain members are clamped together in a representative manner.

3.9.3 Apparatus

The test shall be carried out by means of an apparatus consisting of a fixed clamp and a rotating clamp. Suitable apparatus is shown in figure 11 and in figure 12, but other substantially equivalent apparatus may also be used.

3.9.4 Conditions of testing

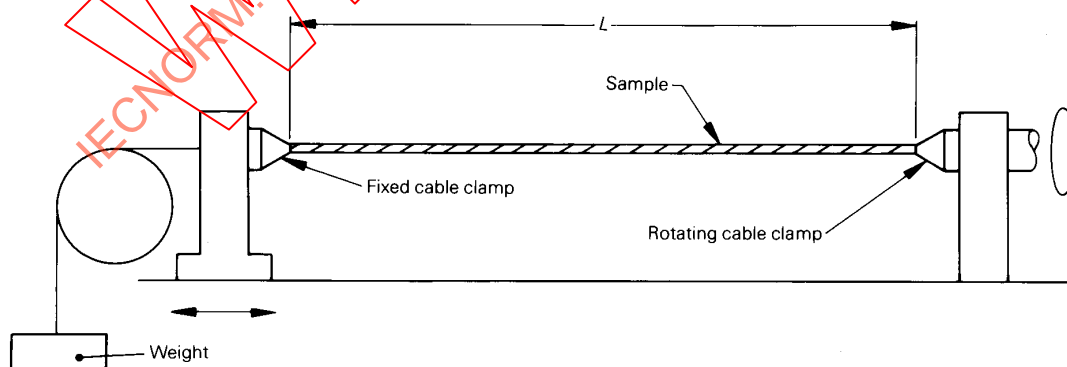
The test shall be carried out at standard atmospheric conditions for testing in accordance with 5.3 of IEC 68-1.

3.9.5 Procedure

The sample shall be mounted in the test apparatus with the cable clamped in the fixed clamp sufficiently tight to prevent movement of the cable sheath during the test. The connector or termination shall be fixed to the rotating clamp, which shall be rotated in a clockwise direction for the number of turns given in the detail specification. The sample shall then be returned to the starting position and then rotated in an anti-clockwise direction for the same number of turns and returned to the starting position. This complete movement constitutes one cycle. The length of sample tested, the mass of the weight and the number of cycles shall be as specified in the detail specification.

3.9.6 Requirement

The acceptance criteria for the test shall be stated in the detail specification.



189/87

Figure 11 – Torsion test

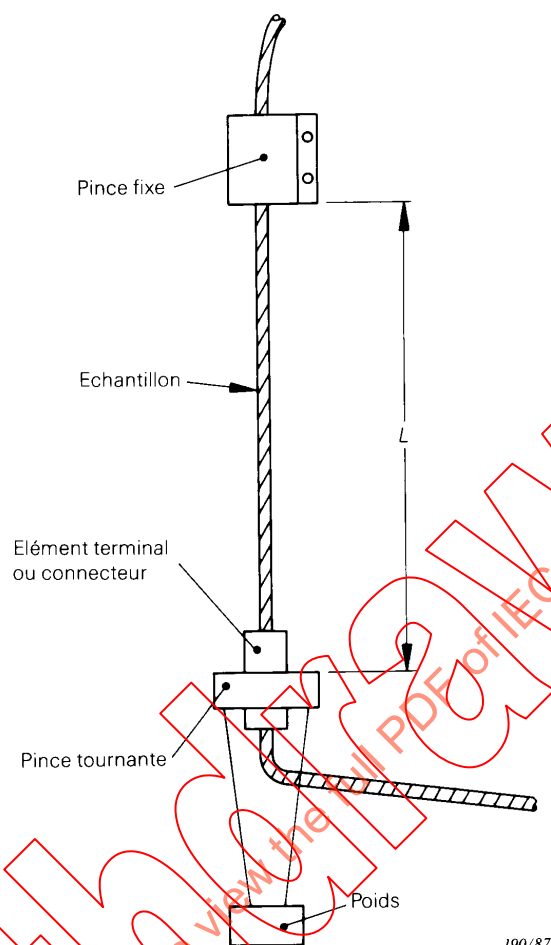


Figure 12 – Essai de torsion

3.10 Méthode CEI 794-1-E8 – Flexions

3.10.1 Objet

Le but de cet essai est de déterminer l'aptitude d'un câble à fibres optiques à résister aux flexions répétées.

3.10.2 Préparation de l'échantillon

L'échantillon doit se terminer à chaque extrémité par un connecteur ou d'une manière telle que les fibres, gaines et tous les éléments de traction soient bridés ensemble de façon représentative.

3.10.3 Appareillage

L'essai est effectué conformément à la CEI 227-2, sauf prescription contraire dans la spécification particulière.

Les poulies doivent comporter une gorge de forme semi-circulaire pour les câbles ronds et une gorge plate pour les câbles méplats. Les colliers de butée D doivent être fixés de façon telle que la traction soit toujours exercée par celui des deux poids duquel le chariot s'éloigne. On peut utiliser d'autres appareillages équivalents.

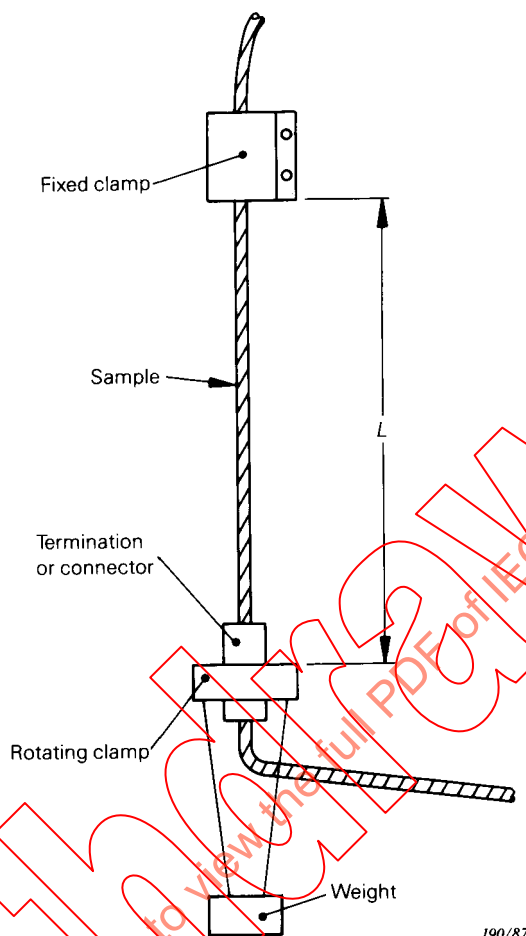


Figure 12 – Torsion test

3.10 Method IEC 794-1-E8 – Flexing

3.10.1 Object

The purpose of this test is to determine the ability of an optical fibre cable to withstand repeated flexing.

3.10.2 Preparation of sample

The sample shall be terminated at each end in a connector, or in a manner such that the fibres, sheathings and any strain members are clamped together in a representative manner.

3.10.3 Apparatus

The test is carried out in accordance with IEC 227-2 unless otherwise required by the detail specification.

The pulleys shall have a semicircular shaped groove for circular cables and a flat groove for flat cables. The restraining clamps D shall be fixed so that the pull is always applied by the weight from which the carrier is moving away. Equivalent apparatus may be used.

3.10.4 Conditions d'essai

L'essai doit être effectué dans les conditions atmosphériques normales d'essai, selon 5.3 de la CEI 68-1.

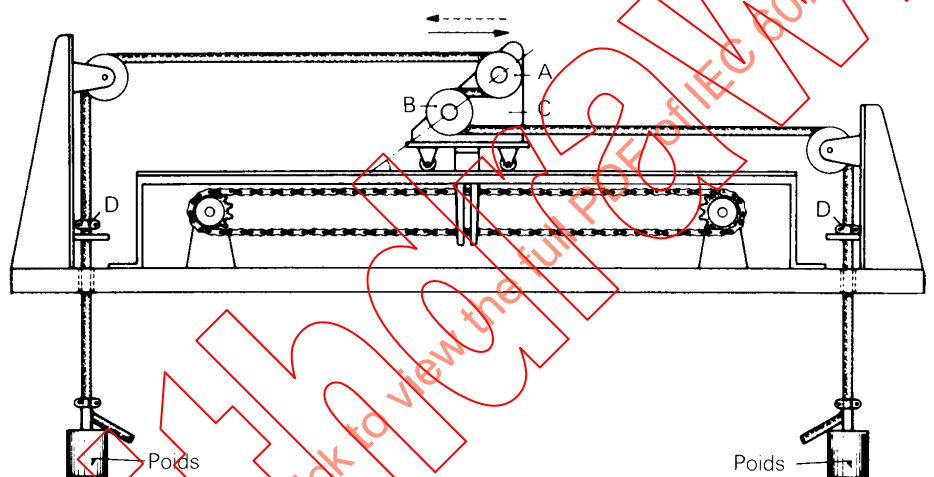
3.10.5 Procédure

L'échantillon doit passer sur les poulies comme indiqué en figure 13, chaque extrémité étant chargée d'un poids. La masse de ces poids et les diamètres des poulies A et B doivent être comme prescrits dans la spécification particulière.

L'échantillon doit être soumis au nombre de flexions prescrit dans la spécification particulière.

3.10.6 Prescription

Les critères d'acceptation doivent être indiqués dans la spécification particulière.



154/84

A et B = poulies
C = chariot
D = colliers de butée

Figure 13 – Appareil pour l'essai de flexions

3.11 Méthode CEI 794-1-E9 – Tenue au crochetage

3.11.1 Objet

L'objet de cet essai est de déterminer l'aptitude d'un câble à fibres optiques à résister à une force soudaine appliquée par crochetage.

3.11.2 Préparation de l'échantillon

L'échantillon doit être terminé par un connecteur ou d'une manière telle que les fibres, gaines et tous les éléments de traction soient bridés ensemble de façon représentative.

3.10.4 Conditions for testing

The test shall be carried out at standard atmospheric conditions for testing in accordance with 5.3 of IEC 68-1.

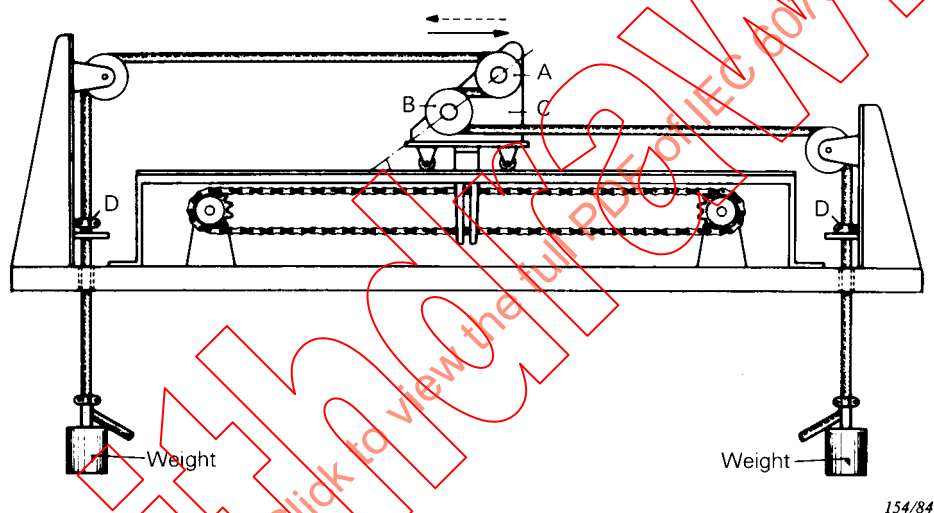
3.10.5 Procedure

The sample shall be stretched over the pulleys as shown in figure 13, each end being loaded with a weight. The mass of this weight and the diameter of the pulleys A and B shall be as specified in the detail specification.

The sample shall be flexed for the number of cycles specified in the detail specification.

3.10.6 Requirement

The acceptance criteria for the test shall be stated in the detail specification.



A and B = pulleys
C = carrier
D = restraining clamps

Figure 13 – Flexing apparatus

3.11 Method IEC 794-1-E9 – Snatch

3.11.1 Object

The purpose of this test is to determine the ability of an optical fibre cable to withstand a sudden snatch load.

3.11.2 Preparation of sample

The sample shall be terminated in a connector, or in a manner such that the fibres, sheathing and any strain members are clamped together in a representative manner.

3.11.3 Appareillage

Un crochet de dimensions indiquées sur la figure 14 doit comporter un axe capable de supporter les charges variables qui lui sont appliquées. Le rayon de la partie du crochet qui entre en contact avec le câble doit être supérieur au rayon du câble. En outre, le crochet doit être construit de manière à ne pas se déformer en cours d'essai.

3.11.4 Conditions d'essai

L'essai doit être effectué dans les conditions atmosphériques normales d'essai selon 5.3 de la CEI 68-1.

3.11.5 Procédure

Le câble doit être solidement serré entre deux supports rigides pour former une chaînette de 4,5 m de portée horizontale avec une flèche de 300 mm.

L'affaiblissement doit être mesuré après assemblage de la chaînette.

Le crochet portant la masse doit être maintenu ou mis en appui au-dessus du câble de manière que la couronne du crochet soit centrée à une hauteur de 100 mm au-dessus du point le plus bas du câble.

La masse doit être telle que prescrite dans la spécification particulière. Le crochet est ensuite relâché de manière à accrocher le câble, après quoi l'affaiblissement doit être réexaminé. La masse doit être retirée du câble et, si prescrit dans la spécification particulière, l'affaiblissement doit être de nouveau mesuré. Cela constitue un cycle. Le nombre de cycles à appliquer doit être conforme à la valeur prescrite dans la spécification particulière.

3.11.6 Prescriptions

Au cours de l'essai, aucune fibre ne doit se casser et, si applicable, la continuité électrique doit être maintenue. Au cours de l'essai, l'affaiblissement peut être contrôlé en continu. En fin d'essai, l'augmentation d'affaiblissement doit être vérifiée, lorsque prescrit.

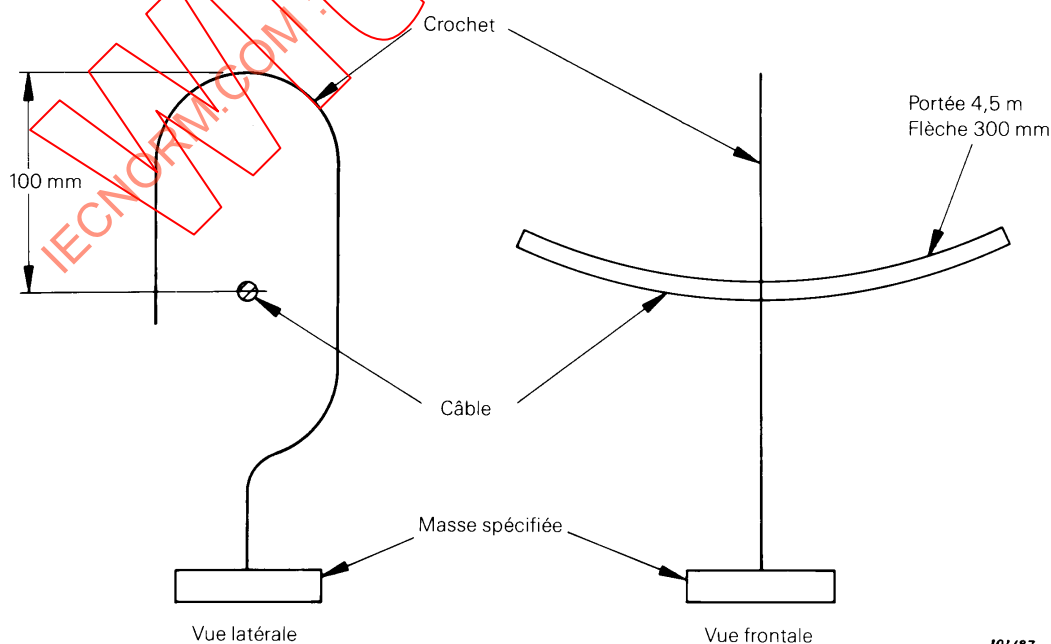


Figure 14 – Essai de tenue au crochitage

3.11.3 Apparatus

A hook of dimensions as shown in figure 14 shall have a shaft capable of bearing variable loads applied to it. The radius of that part of the hook coming into contact with the cable shall be greater than the radius of the cable. In addition, the hook shall be so constructed that it shall not distort during the test.

3.11.4 Conditions for testing

The test shall be carried out at standard atmospheric conditions for testing in accordance with 5.3 of IEC 68-1.

3.11.5 Procedure

The cable shall be clamped firmly between two rigid supports, forming a catenary of 4,5 m horizontal span and 300 mm sag.

After assembling the catenary, the attenuation shall be measured.

The hook with the mass attached shall be held or supported over the cable, so that the crown of the hook is centred over the lowest point of the cable at a height of 100 mm.

The mass shall be as specified in the detail specification. The hook is then released so as to catch the cable, after which the attenuation shall be re-examined. The mass shall be removed from the cable, and if required by the detail specification the attenuation shall be measured again. This constitutes one cycle. The number of cycles to be applied shall be as specified in the detail specification.

3.11.6 Requirements

During the test, no fibre shall break and electrical continuity if applicable shall be maintained. During the test, the attenuation may be monitored. After the test any increase in attenuation shall be checked if required.

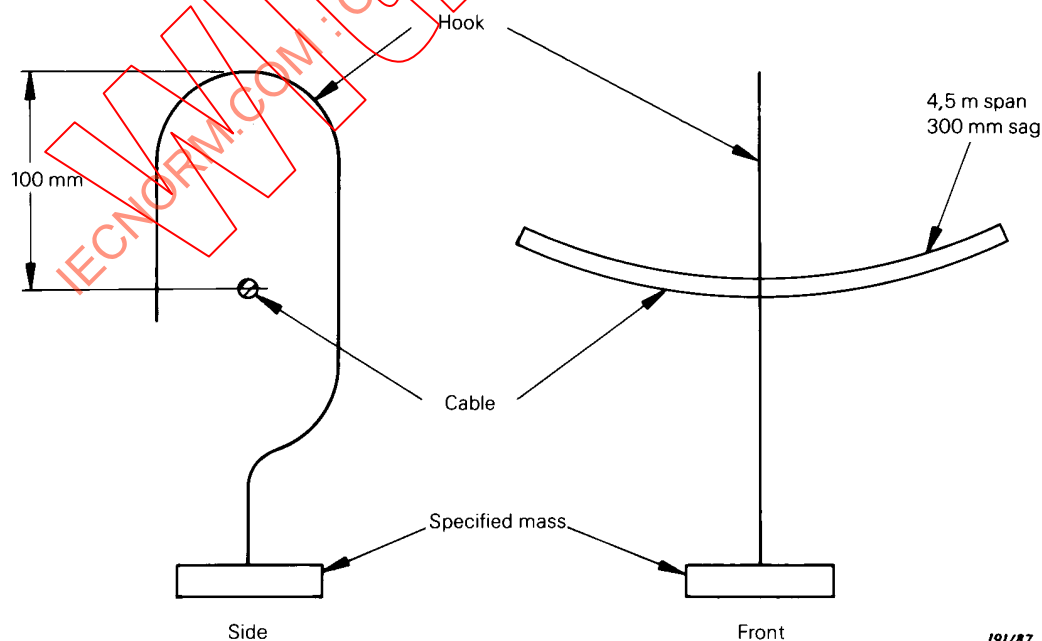


Figure 14 – Snatch test

3.12 Méthode CEI 794-1-E10 – Pliure

3.12.1 Objet

L'objet de cet essai est de vérifier si la pliure d'un câble optique provoque la rupture d'une fibre optique dans le câble. Selon la rigidité de la gaine du câble, la rupture de fibre peut se produire lorsqu'on forme une boucle de dimension suffisamment petite pour produire une pliure dans la gaine.

3.12.2 Echantillon

Un tronçon de câble de longueur environ 10 fois le rayon minimal de cintrage doit être prélevé.

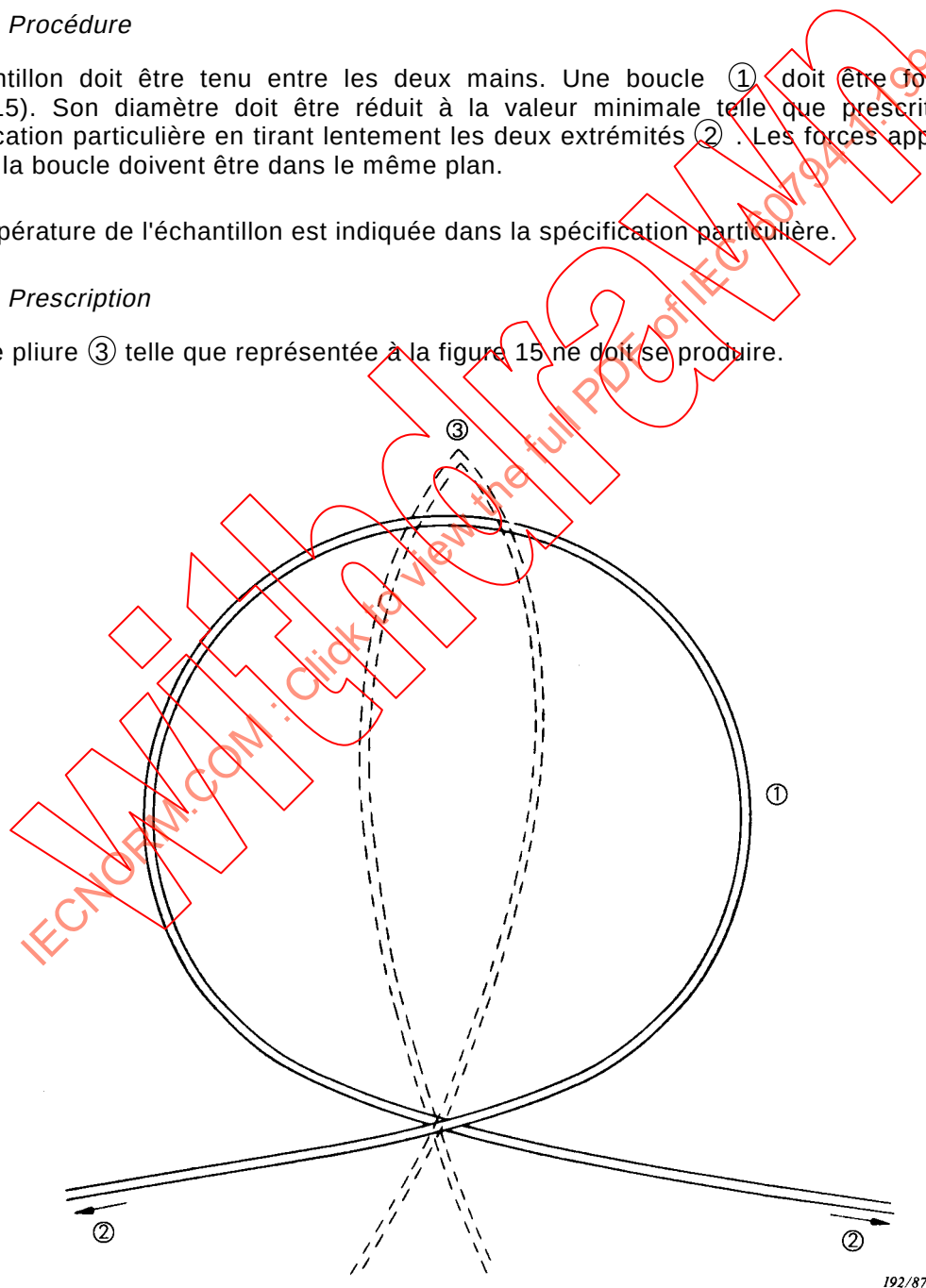
3.12.3 Procédure

L'échantillon doit être tenu entre les deux mains. Une boucle ① doit être formée (voir figure 15). Son diamètre doit être réduit à la valeur minimale telle que prescrite dans la spécification particulière en tirant lentement les deux extrémités ②. Les forces appliquées en bas de la boucle doivent être dans le même plan.

La température de l'échantillon est indiquée dans la spécification particulière.

3.12.4 Prescription

Aucune pliure ③ telle que représentée à la figure 15 ne doit se produire.



192/87

Figure 15 – Essai de pliure

3.12 Method IEC 794-1-E10 – Kink

3.12.1 Object

The purpose of this test is to verify whether kinking of an optical cable results in breakage of any optical fibre in the cable. Depending on the rigidity of the cable sheath, fibre breakage can occur when a loop is formed of dimension small enough to induce a kink in the sheath.

3.12.2 Sample

A length of about 10 times the minimum bending radius of the cable shall be taken.

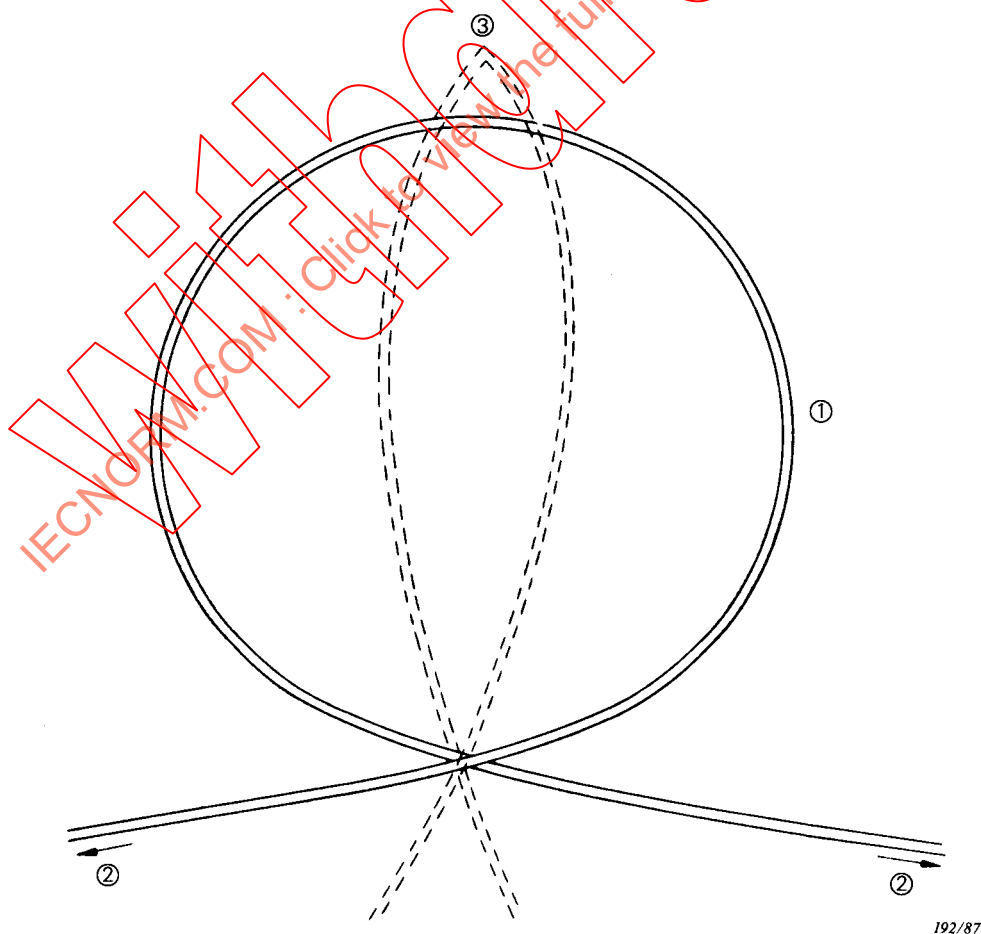
3.12.3 Procedure

The sample shall be held in both hands. A loop ① shall be made (see figure 15). The diameter of the loop shall be reduced to the minimum value as specified in the detail specification by pulling slowly on the two end ②. The forces at the bottom of the loop shall be applied in one plane.

The temperature of the sample is given in the detail specification.

3.12.4 Requirement

No kink ③, as shown in figure 15, shall occur.



192/87

Figure 15 – Kink test

3.13 Méthode CEI 794-1-E11 – Pliage du câble

3.13.1 *Objet*

L'objet de cet essai est de déterminer l'aptitude d'un câble à fibres optiques de petit diamètre à résister au pliage autour d'un mandrin.

3.13.2 *Préparation de l'échantillon*

L'échantillon doit être terminé à chaque extrémité par un connecteur ou d'une manière telle que les fibres, gaines et tous les éléments de traction soient bridés ensemble de façon représentative.

3.13.3 *Appareillage*

Un appareil à un seul mandrin doit permettre d'enrouler tangentiellement l'échantillon à spires jointives autour du mandrin.

3.13.4 *Conditions d'essai*

L'essai doit être effectué dans les conditions atmosphériques normales d'essai selon 5.3 de la CEI 68-1.

3.13.5 *Procédure*

Selon la construction et le diamètre du câble, et suivant indication de la spécification particulière, l'une des deux procédures suivantes doit être utilisée.

Procédure 1

L'échantillon doit être enroulé à spires jointives autour du mandrin à raison d'un tour toutes les 5 s environ. Une tension suffisante doit être appliquée pour s'assurer que l'échantillon épouse le mandrin. L'échantillon doit ensuite être déroulé.

Un cycle comprend un enroulement et un déroulement.

Le diamètre du mandrin d'essai, le nombre de tours par spire et le nombre de cycles doivent figurer dans la spécification particulière.

Procédure 2

L'échantillon doit être cintré autour d'un mandrin sur 180° (pliage en U) et maintenu tendu pendant l'opération. Un cycle comprend un pliage en U suivi d'un pliage en U inverse. Le diamètre du mandrin d'essai et le nombre de cycles doivent figurer dans la spécification particulière.

3.13.6 *Prescription*

Au cours de l'essai, aucune fibre ne doit casser. La gaine ne doit pas révéler de fissure visible à l'oeil nu lors d'un examen de l'échantillon encore enroulé sur mandrin. Si applicable, l'augmentation permanente de l'affaiblissement après essai ne doit pas dépasser la valeur prescrite dans la spécification particulière.

3.13.7 *Essai de pliage du câble à basse température*

Cet essai doit être effectué selon l'article 8 de la CEI 811-1-4, à la température prescrite dans la spécification particulière.

En plus de la prescription de 8.1.6 de la CEI 811-1-4, aucune fibre ne doit casser en cours d'essai.

3.13 Method IEC 794-1-E11 – Cable bend

3.13.1 Object

The purpose of this test is to determine the ability of a small diameter optical fibre cable to withstand bending around a test mandrel.

3.13.2 Preparation of sample

The sample shall be terminated at each end in a connector, or in a manner such that the fibres, sheathings and any strain members are clamped together in a representative manner.

3.13.3 Apparatus

A single mandrel apparatus shall enable the sample to be wrapped tangentially in a close helix around a test mandrel.

3.13.4 Conditions for testing

The test shall be carried out at standard atmospheric conditions for testing in accordance with 5.3 of IEC 68-1.

3.13.5 Procedure

Depending on the cable construction and diameter, and as indicated in the detail specification, one of the following two procedures shall be used.

Procedure 1

The sample shall be wrapped in a close helix around the mandrel at a uniform rate of one revolution in about 5 s. Sufficient tension shall be applied to ensure that the sample contours the mandrel. The sample shall then be unwrapped.

A cycle consists of wrapping and unwrapping.

The diameter of the test mandrel, the number of turns per helix and the number of cycles shall be shown in the detail specification.

Procedure 2

The sample shall be bent around a mandrel through 180° (U-bend) and kept taut during the bending. A cycle consists of one U bend followed by a reverse U bend. The diameter of the test mandrel and the number of cycles shall be stated in the detail specification.

3.13.6 Requirement

During the test no fibre shall break. The sheath shall not show any crack visible to the naked eye when examined whilst still wrapped on the mandrel. If relevant, any permanent increase in attenuation after the test shall not exceed the value specified in the detail specification.

3.13.7 Cable bend test at low temperature

This test shall be carried out in accordance with clause 8 of IEC 811-1-4, at the temperature specified in the detail specification.

In addition to the requirement of 8.1.6 of IEC 811-1-4, no fibre shall break during the test.

3.14 Méthode CEI 794-1-E12 — Résistance à la coupure

3.14.1 *Objet*

Le but du présent essai est de déterminer la résistance à la coupure de la gaine d'un câble à fibres optiques (par exemple câble pour avion).

3.14.2 *Appareillage d'essai*

L'appareillage d'essai est destiné à appliquer une force de coupure spécifiée à une cadence spécifiée. La figure 16 illustre un exemple type d'appareillage adapté.

Le rayon de l'aiguille est indiqué dans la spécification particulière.

3.14.3 *Procédure*

Sauf indication contraire dans la spécification particulière, la force est appliquée progressivement à la cadence de $50 \text{ N/min} \pm 10 \text{ N/min}$ jusqu'au niveau indiqué dans la spécification particulière. La force est appliquée pendant toute la durée indiquée dans la spécification particulière.

Après l'essai, l'échantillon est soumis à un examen visuel, à un grossissement de 5 à 10, pour détecter tout défaut.

3.14.4 *Conditions d'essai*

La spécification particulière doit inclure les informations suivantes:

- le rayon de l'aiguille;
- la température d'essai;
- la force appliquée,
- la cadence à laquelle la force est appliquée;
- la durée d'application de la force.

3.14.5 *Prescriptions*

Aucune perforation de la gaine ne doit être observée et la continuité optique (voir CEI 793-1-C4) doit être maintenue.

3.14 Method IEC 794-1-E12 – Cut-through resistance

3.14.1 Object

The purpose of this test is to determine the cut-through resistance of the sheath of an optical fibre cable (e.g. aircraft cable).

3.14.2 Test apparatus

The test apparatus is designed to apply a specified cutting force at a specified rate. A typical example of a suitable apparatus is shown in figure 16.

The radius of the needle is specified in the detail specification.

3.14.3 Procedure

The force is gradually applied at the rate of $50 \text{ N/min} \pm 10 \text{ N/min}$, unless otherwise specified up to the level given in the detail specification. The force is maintained during the time specified in the detail specification.

The sample is inspected visually for any damage after the test at 5 x to 10 x magnification.

3.14.4 Test conditions

The detail specification shall include:

- the radius of the needle;
- the test temperature;
- the force applied;
- the rate at which the force is applied;
- the duration of application of the force.

3.14.5 Requirements

No perforation of the sheath shall be observed and optical continuity (see IEC 793-1-C4) shall be maintained.

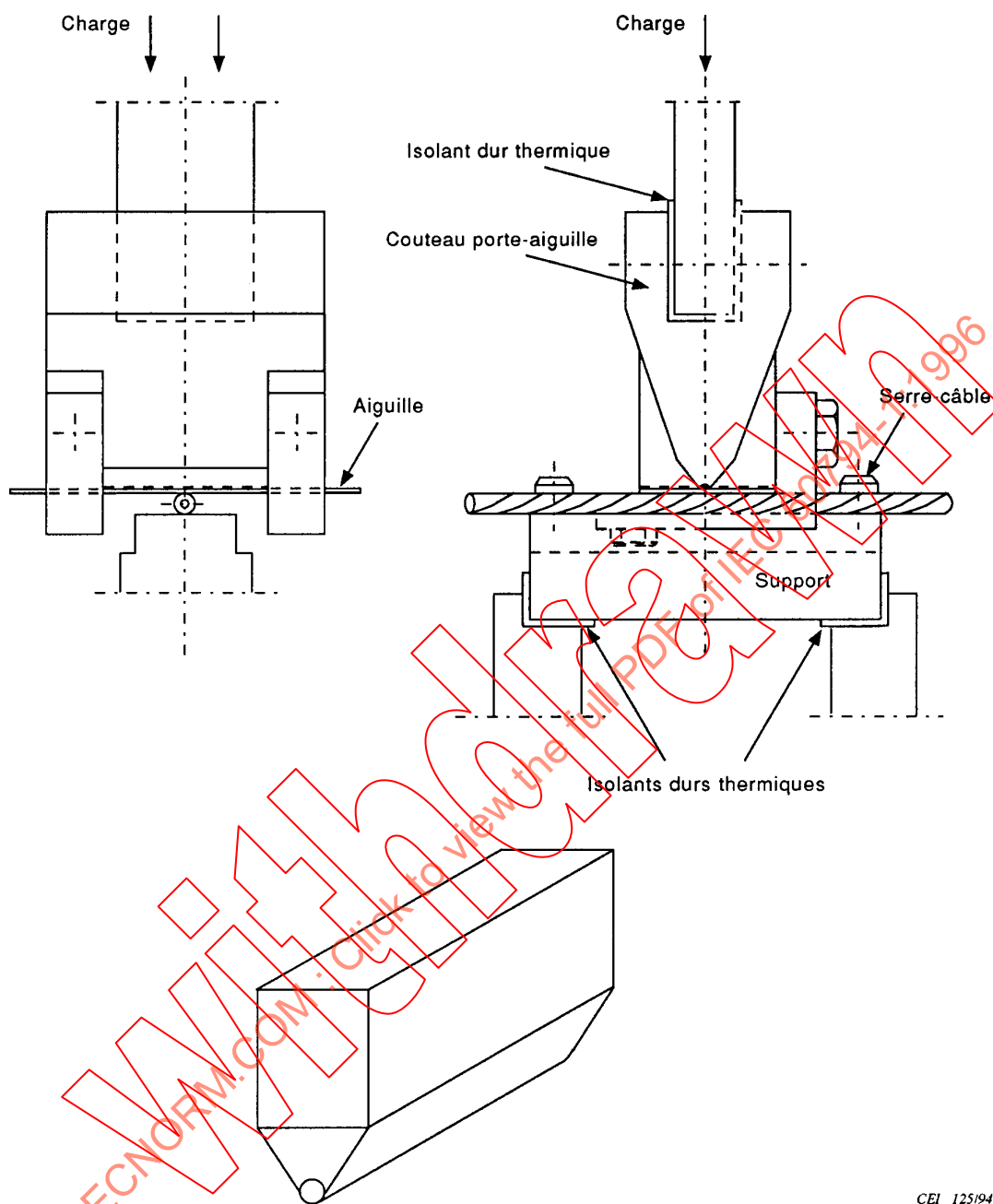


Figure 16 – Exemple d'appareillage

3.15 Méthode CEI 794-1-E13 – Détérioration par «plombs de chasse»

3.15.1 Objet

Le but de cet essai est de déterminer l'aptitude des câbles optiques aériens à résister aux détériorations par plombs de chasse.

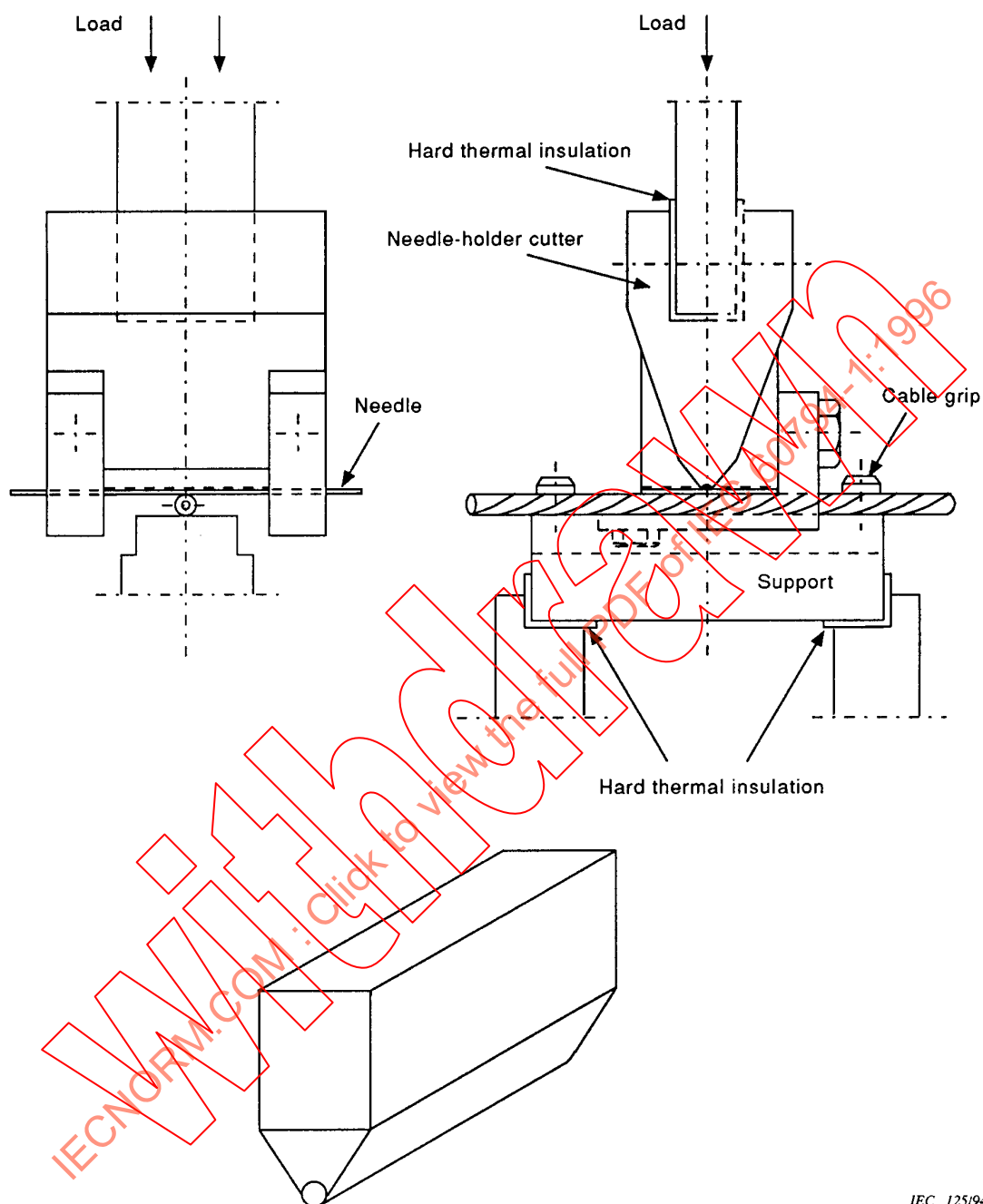


Figure 16 – Example of suitable apparatus

3.15 Method IEC 794-1-E13 – Shot-gun damage

3.15.1 Object

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

3.15.2 *Echantillon*

Une longueur de câble optique (typiquement 3 m).

3.15.3 *Equipement*

Le dispositif de mesure comprend:

- a) Un «tir aux plombs de chasse» comme spécifié dans la spécification particulière.

NOTE – Le type de cartouche est censé varier d'un pays à l'autre.

- b) Un châssis pour tenir l'échantillon de câble. Il est important que l'échantillon soit libre de se déplacer et que l'équipement d'essai prenne en compte le fait que la gerbe de plombs peut diverger d'une manière elliptique selon le fusil utilisé.

- c) Plombs de chasse

- 1) Calibre 4 ou 7 ou selon la spécification particulière.

NOTE – Le calibre peut varier d'un pays à l'autre et devrait représenter les risques particuliers à l'installation.

- 2) Le type de cartouche doit être spécifié dans la spécification particulière.

NOTE – Acier ou plomb sont utilisés selon le pays. Les charges en plomb se déforment à l'impact et causent moins de détériorations que les charges en acier.

- 3) Le type de contenant doit être défini dans la spécification particulière.

NOTE – La quantité de poudre dans la cartouche peut affecter le résultat de l'essai.

3.15.4 *Procédure*

L'échantillon de câble doit être monté sur le châssis et le coup tiré de la distance prescrite dans la spécification particulière.

La distance typique est de 20 m.

Il convient que le nombre de coups laissant un impact visible soit faible (typiquement trois ou moins) afin que l'essai soit reproductible. Si plus de trois coups touchent le câble, alors l'essai peut être répété si aucune des prescriptions n'est satisfaite.

3.15.5 *Prescription*

Les fibres dans le câble doivent conserver la continuité optique après l'essai.

3.15.6 *Détails à présenter*

- a) type d'arme;
- b) calibre de la cartouche;
- c) type de plomb;
- d) type de contenant;
- e) distance entre l'arme et l'échantillon;
- f) détails sur la configuration de l'essai comprenant l'orientation du câble;
- g) compte-rendu de la détérioration infligée, y compris continuité optique des fibres;
- h) nombre d'essais faits pour obtenir le nombre minimum d'impacts visibles.

3.15.2 *Sample*

A length of optical cable (typically 3 m).

3.15.3 *Apparatus*

The apparatus consists of:

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

NOTE – 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 is 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) Gun shot

- 1) Size 4 or 7 or as specified in the detail specification.

NOTE – The shot size is likely to vary from country to country, and should represent the hazard particular to the installation.

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

NOTE – Typically lead or steel is used, depending on the country. Lead shot deforms on impact and is less damaging than steel shot.

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

NOTE – The powder charge loaded in the shell can affect the test.

3.15.4 *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.

The number of shots with visible impact should be low, typically three or less, in order to give a reproducible test. If more than three shots hit the cable, then the test may be repeated if any of the requirements are not met.

3.15.5 *Requirement*

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

3.15.6 *Details to be reported*

- a) gun type;
- b) shot size;
- c) shot type;
- d) shell type;
- e) distance between gun and sample;
- f) details of test configuration, including cable orientation;
- g) report of damage inflicted, including fibre continuity;
- h) number of tests carried out, to achieve minimum visible impacts.

3.16 Méthode CEI 794-1-E14 – Ecoulement (égouttement) des matériaux de remplissage

3.16.1 Objet

Le présent essai est destiné à vérifier que les matériaux de remplissage et d'enduction ne s'écoulent pas aux températures spécifiées d'un câble à fibre optique rempli.

3.16.2 Echantillonnage et éprouvettes

a) Nombre et type d'éprouvettes

Sauf prescription contraire dans la spécification particulière, préparer cinq éprouvettes de câbles pour essai de chaque échantillon de câble à évaluer. Chaque éprouvette de câble doit être représentative du type de câble prescrit par la spécification particulière.

b) Longueur de l'éprouvette

Sauf prescription contraire dans la spécification particulière, chaque éprouvette doit avoir une longueur de 300 mm $\pm$ 5 mm.

c) Préparation de l'éprouvette

Préparer chaque éprouvette de câble comme suit:

- 1) Retirer une longueur de 130 mm $\pm$ 2,5 mm de la gaine extérieure, à l'une des extrémités.
- 2) Retirer tous les éléments restants qui ne font pas partie intégrante du câble (par exemple, armure, écrans, gaines intérieures, éléments de renforcement posés en hélice, rubans d'étanchéité, autres éléments de ceinture de l'âme, etc.) sur une longueur de 80 mm $\pm$ 2,5 mm de la même extrémité du câble. Ne pas toucher au restant du câble (par exemple, les tubes qui contiennent les fibres optiques, les éléments de bourrage utilisés pour obtenir un assemblage cylindrique, etc.).
- 3) Retirer les parties de matériau de remplissage ou d'enduction rendues faiblement adhérentes par les opérations en 1) et 2), mais s'assurer que l'éprouvette reste suffisamment revêtue de matériau de remplissage ou d'enduction (ce qui signifie qu'il ne faut pas l'essuyer totalement).
- 4) Pour les structures de câbles comportant des éléments tels que des faisceaux ou des rubans de fibres qui risquent de se déplacer sous leur propre poids au cours de l'essai, fixer ces éléments à l'extrémité non préparée de l'éprouvette de façon qu'ils ne perturbent pas le reste de l'éprouvette. Il est admis de fixer ces organes au moyen de pinces, de bouchons en époxy, ou tout autre moyen satisfaisant au but de la procédure.
- 5) Lorsque la spécification particulière l'autorise, les extrémités supérieures des tubes contenant des fibres peuvent être obturés pour simuler des longueurs de câbles importantes.

3.16.3 Appareillage

L'appareillage et les équipements ci-dessous sont nécessaires à la réalisation du présent essai:

a) Enceinte

Une enceinte climatique de taille suffisante pour que les éprouvettes puissent rester en position verticale et d'une capacité thermique suffisante pour maintenir les températures prescrites pendant toute la durée de l'essai. Si l'enceinte climatique est du type à circulation d'air, il ne faut pas souffler directement l'air sur les éprouvettes en essai.

b) Indicateur de température

Utiliser un dispositif approprié d'indication de la température.

c) Récipient

Un récipient non hygroscopique pour récupérer les écoulements.

3.16 Method IEC 794-1-E14 – Compound flow (drip)

3.16.1 Object

This test is intended to verify that filling and flooding compounds will not flow from a filled fibre optic cable at stated temperatures.

3.16.2 Sampling and specimens

a) Number and type of specimens

Unless otherwise specified in the detail specification, prepare five cable specimens for testing from each cable sample to be evaluated. Each cable specimen shall be representative of the cable type specified by the detail specification.

b) Specimen length

Unless otherwise specified in the detail specification, each specimen shall be $300 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$ in length.

c) Specimen preparation

Prepare each cable specimen as follows:

- 1) Remove a $130 \text{ mm} \pm 2,5 \text{ mm}$ section of the outer sheathing material from one end.
- 2) Remove all remaining non-intrinsic cable elements (e.g., armour, screens, inner sheaths, helically applied strength elements, water blocking tapes, other core wraps, etc.) for a length of $80 \text{ mm} \pm 2,5 \text{ mm}$ from the same cable end. Do not disturb the remainder of the cable (e.g., the final buffer tubes which contain the optical fibres, fillers used for roundness, etc.).
- 3) Remove loosely adhered quantities of filling or flooding material disturbed in 1) or 2), but ensure that the specimen remains essentially coated by the filling or flooding material (i.e. do not wipe clean).
- 4) For cable designs containing components, such as fibre bundles or ribbons, which might move under their own weight during the test, secure such components at the unprepared end of the specimen in a manner which does not disturb the remainder of the specimen. Such components may be secured by clamps, epoxy plugs, or by other means meeting the intent of the procedure.
- 5) When permitted by the detail specification, the upper ends of buffer tubes or loose tube may be sealed to simulate long-length cable sections.

3.16.3 Apparatus

The following apparatus and equipment is required to perform this test:

a) Chamber

A temperature chamber large enough to hold the specimens in a vertical position, with sufficient thermal capacity to maintain the specified temperatures for the duration of the test. If the temperature chamber is of a circulating air type, the air shall not blow directly on the test specimens.

b) Temperature indicator

Use an appropriate temperature-indicating device.

c) Container

A non-hygroscopic container to catch dripping material.

d) Dispositifs de positionnement

Pincés, supports et autres dispositifs nécessaires au positionnement de l'éprouvette soumise à l'essai.

e) Balance

Une balance ayant une exactitude d'au moins $\pm 0,001$ g et capable de peser la différence entre le récipient de récupération vide et le récipient de récupération contenant la quantité admissible de matériau écoulé.

3.16.4 Procédure

a) L'enceinte est préchauffée à la température prescrite dans la spécification particulière.

b) Placer chaque éprouvette préparée dans l'enceinte, suspendue en position verticale, les extrémités préparées étant dirigées vers le bas. Placer un récipient de récupération propre et préalablement pesé, directement sous l'éprouvette suspendue (et non pas en contact avec elle).

c) Si la spécification particulière l'autorise, il est admis de préconditionner l'éprouvette comme défini de 1) à 3) ci-dessous; dans le cas contraire, poursuivre directement l'opération par l'étape d).

1) Stabiliser la température de l'enceinte et, sauf prescription contraire dans la spécification particulière, chaque éprouvette est préconditionnée pendant 1 h.

2) A la fin du temps de préconditionnement prescrit, remplacer le récipient de récupération par un autre récipient de récupération propre et préalablement taré. Peser le récipient de récupération de préconditionnement pour mesurer la quantité de matériau de remplissage ou d'enduction qui risque de s'être écoulé du câble pendant le préconditionnement. Une quantité mesurée supérieure à la limite de préconditionnement prescrite doit être considérée comme une défaillance. Sauf prescription contraire dans la spécification particulière, la limite de préconditionnement doit être la valeur la plus faible de 0,5 % du poids total de l'éprouvette de câble ou 0,5 g.

3) Poursuivre l'essai pendant 23 h, sauf prescription contraire dans la spécification particulière, et passer à l'étape e).

d) Stabiliser l'enceinte climatique et sauf prescription contraire dans la spécification particulière, effectuer l'essai pour une période de 24 h.

e) A la fin du temps prescrit, retirer et peser le récipient de récupération pour mesurer la quantité de matériau de remplissage ou d'enduction qui s'est éventuellement écoulé du câble.

f) Noter la quantité de matériau de remplissage ou d'enduction écoulée pour chaque éprouvette de câble. Sauf prescription particulière dans la spécification particulière, indiquer «pas d'écoulement» pour des quantités mesurées inférieures ou égales à 0,005 g.

3.16.5 Prescription

Sauf prescription contraire dans la spécification particulière, pour l'ensemble des éprouvettes de câbles, une quantité de matière écoulée maximale de 0,050 g doit être autorisée. Si la quantité de matière écoulée de l'une des cinq éprouvettes initiales de câbles dépasse 0,050 g, mais reste inférieure à 0,100 g, préparer cinq éprouvettes de câbles supplémentaires conformément au point c) de 3.16.2, et les soumettre à l'essai conformément aux point a) à f) de 3.16.4. L'essai doit être considéré comme satisfaisant si aucune éprouvette du second groupe ne révèle de quantité de matière écoulée supérieure à 0,050 g.

3.16.6 Calculs et interprétation des résultats

a) Calculs

Aucun calcul n'est nécessaire pour cette procédure, si ce n'est la simple différence de poids entre le récipient initial et le récipient final.

d) Positioning devices

Appropriate clamps, supports, and other devices, as necessary, to position the specimen under test.

e) Balance

A balance having an accuracy of at least $\pm 0,001$ g and capable of weighing the difference between the empty collection container and the collection container with the allowable quantity of drips.

3.16.4 Procedure

a) Preheat the chamber to the temperature specified in the detail specification.

b) Place each prepared specimen in the oven, suspended in a vertical position with the prepared end down. Place a pre-weighed clean collection container directly under (but not contacting) the suspended specimen.

c) If permitted by the detail specification, preconditioning may be performed as defined in 1) through 3) below; otherwise, continue with d).

1) Stabilize the chamber temperature and, unless otherwise specified in the detail specification, precondition each specimen for a period of 1 h.

2) At the end of the specified preconditioning time, replace the collection container with another pre-weighed clean collection container. Weigh the preconditioning collection container to measure the quantity of filling or flooding compound which may have dripped out of the cable during the preconditioning. A measured quantity greater than the specified preconditioning limit shall constitute a failure. Unless otherwise specified in the detail specification, the preconditioning limit shall be the smaller of 0,5 % of the total cable specimen weight or 0,5 g.

3) Continue testing for 23 h, unless otherwise specified in the detail specification, and continue with e).

d) Stabilize the chamber temperature and, unless otherwise specified in the detail specification, test for a period of 24 h.

e) At the end of the specified time, remove and weigh the collection container to measure the quantity of filling or flooding compound which may have dripped out of the cable.

f) Record the quantity of dripped filling or flooding compound for each cable specimen. Unless otherwise specified in the detail specification, report "no flow" for measured quantity changes less than or equal to 0,005 g.

3.16.5 Requirement

Unless otherwise specified in the detail specification, all of the cable specimens shall be permitted a maximum flow quantity of 0,050 g. If the flow quantity from one of the five initial cable specimens exceeds 0,050 g, but is less than 0,100 g, prepare five additional cable specimens in accordance with item c) of 3.16.2, and test as per items a) through f) of 3.16.4. The test shall be considered successful if none of the second set of specimens have flow quantities which exceed 0,050 g.

3.16.6 Calculations and interpretation of results

a) Calculations

Except for a simple subtraction of an original container weight from a final container weight, no calculations are required by this procedure.

b) Précision et erreurs cumulées

La précision de cet essai n'a pas été déterminée. Aucune indication ne peut être donnée quant à l'erreur cumulée de cet essai pour l'écoulement (l'égouttement) de matériau, étant donné que le résultat indique simplement s'il y a ou non conformité aux critères de succès tels que prescrits dans la spécification particulière.

3.16.7 Détails à préciser

Les informations suivantes doivent être précisées dans la spécification particulière:

- a) température d'essai;
- b) détails relatifs au préconditionnement (s'il est autorisé):
 - 1) indication du fait que le préconditionnement est autorisé (s'il est autorisé);
 - 2) écarts par rapport à la procédure de préconditionnement par défaut telle que définie au point c) de 3.16.4;
 - 3) critères de réussite/échec du préconditionnement;
- c) toute exception applicable aux exigences de la présente procédure;
- d) critères d'acceptation (échec/réussite), si autres que les critères indiqués par défaut.

3.16.8 Résultats

Noter les informations suivantes pour chaque essai:

- a) titre, numéro de l'essai (CEI 794-1-E14), et date de l'essai;
- b) type de câble soumis à l'essai et identification du touret de câble correspondant;
- c) date de l'essai et personnel chargé de l'essai;
- d) détails relatifs au préconditionnement, s'il est effectué (par exemple, température, durée, quantité de matière écoulee lors du préconditionnement);
- e) température d'essai;
- f) écarts éventuels par rapport à la présente procédure (par exemple, durée d'essais, longueur de l'éprouvette, etc.);
- g) résultat de l'essai (par exemple, quantité d'écoulement).

3.17 Méthode CEI 794-1-E15 – Exsudation et volatilité

3.17.1 Objet

Le but du présent essai est de mesurer, à température élevée, l'exsudation et/ou la volatilité des matériaux de remplissage.

NOTE – Il s'agit d'un essai sur matériau, typiquement utilisé pour les matériaux de remplissage en contact avec les fibres optiques.

3.17.2 Appareillage

L'appareillage d'essai se compose des éléments suivants:

- une enceinte de chauffage électrique à ventilation naturelle;
- une balance de précision, avec une erreur maximale $G = 0,1 \text{ mg}$;

b) Precision and bias

The precision of this test has not been determined. No statement can be made about the bias of this test for compound flow (drip) since the result merely states whether there is conformance to the criteria for success as specified in the detail specification.

3.16.7 Details to be specified

The following information shall be specified in the detail specification:

- a) test temperature;
- b) preconditioning details (if permitted):
 - 1) the statement that preconditioning is permitted;
 - 2) exceptions to default preconditioning procedure as defined in item c) of 3.16.4;
 - 3) preconditioning pass/fail criteria;
- c) any exceptions to be applied to the requirements of this procedure;
- d) acceptance (pass/fail) criteria, if other than default.

3.16.8 Results

Report the following information for each test:

- a) title, test number (IEC 794-1-E14), and date of test procedure;
- b) cable type tested and applicable cable identification;
- c) date of the test and responsible test personnel;
- d) preconditioning details, if performed (e.g. temperature, duration, preconditioning drip quantity);
- e) testing temperature;
- f) deviations to this procedure that may have applied (e.g., test time, specimen length, etc.);
- g) results of the test (e.g., drip quantity).

3.17 Method IEC 794-1-E15 – Bleeding and evaporation**3.17.1 Object**

The purpose of this test is to measure at high temperature the bleeding and/or evaporation of filling compounds.

NOTE – This is a material test, typically used for compounds in contact with optical fibres.

3.17.2 Apparatus

The apparatus consists of:

- electric heating cabinet with natural ventilation;
- analytical balance with an error limit $G = 0,1 \text{ mg}$;

- le montage d'essai (voir figure 17) se composant des éléments suivants:
 - a) un cône: tamis en nickel, à 60 mailles (5,6 trous par mm², diamètre du fil de 0,19 mm; ouvertures de 0,28 mm), avec une poignée en fil métallique;
 - en variante, le cône peut être en acier inoxydable (60 mailles, ouverture de 0,25 mm) et la largeur de soudure <1 mm, pourvu qu'il soit prouvé que les résultats ne diffèrent pas significativement du premier;
 - b) un bécher, de forme allongée, sans goulot, d'une capacité de 200 ml;
- NOTE – Le couvercle n'est pas nécessaire lors de la mesure de volatilité.
- c) dessiccateur.

3.17.3 Procédure

Peser un bécher propre et sec et noter sa masse M1 (pesée à 1 mg près); peser ensuite le bécher muni du cône et du support de cône et noter sa masse M2. Ajouter environ 10 g d'échantillon dans le cône (la surface supérieure doit être lisse et convexe afin d'éviter la rétention des parties liquides éventuelles et il ne doit pas y avoir d'agréat de matériau dans les mailles du tamis). Peser l'ensemble composé du bécher assemblé et de l'échantillon et enregistrer sa masse M3.

Chauffer le dispositif d'essai dans l'enceinte à la température prescrite dans la spécification particulière pendant la durée d'essai spécifiée. Laisser refroidir à la température ambiante dans un dessiccateur. Repeser l'ensemble et noter sa masse M4. Retirer soigneusement le cône et le support de cône. Repeser le bécher et noter sa masse M5. Calculer le pourcentage d'exsudation et de volatilité et fournir la moyenne des résultats obtenus sur les différents échantillons.

Le nombre d'échantillons à essayer doit être prescrit par la spécification particulière.

Calculs:

$$\% \text{ d'exsudation} = \frac{M5 - M1}{M3 - M2} \times 100$$

$$\% \text{ volatilité} = \frac{M3 - M4}{M3 - M2} \times 100$$

3.17.4 Prescription

Les résultats de la moyenne obtenue ne doivent pas dépasser les valeurs maximales indiquées dans la spécification particulière.

3.17.5 Détails à fournir

- a) température d'essai;
- b) durée de l'essai;
- c) type de cône utilisé;
- d) nombre d'échantillons essayés.

- the test set-up (see figure 17) consisting of:
 - a) cone, nickel gauze, 60-mesh (holes: 5,6 per mm², wire diameter: 0,19 mm; openings: 0,28 mm), with a wire handle;
alternatively the cone may consist of stainless steel (60 mesh, opening 0,25 mm) and the solder width at <1 mm, provided it is proved that the results are not significantly different from the first one;
 - b) beaker, tall-form, without spout, 200 ml;

NOTE – The cover is not needed when measuring the evaporation.

- c) desiccator.

3.17.3 Procedure

Weigh the clean dry beaker and record as M1 (weighed to within 1 mg). Weigh the assembled beaker, cone and cone support and record as M2. Add about 10 g of sample to the cone (the upper surface must be smooth and convex so that fluid is not trapped and there shall be no aggregate materials in the gauze mesh). Weigh the assembled apparatus and sample and record as M3.

Heat the test set-up in the cabinet at the temperature and for the duration stated in the detail specification. Cool to room temperature in a desiccator. Reweigh the assembled apparatus and record as M4. Carefully remove the cone support and cone. Reweigh the beaker and record as M5. Calculate the percentage bleeding and evaporation and report the average of the duplicate results.

The number of samples to be tested shall be specified in the detail specification.

Calculations:

$$\% \text{ bleeding} = \frac{M5 - M1}{M3 - M2} \times 100$$

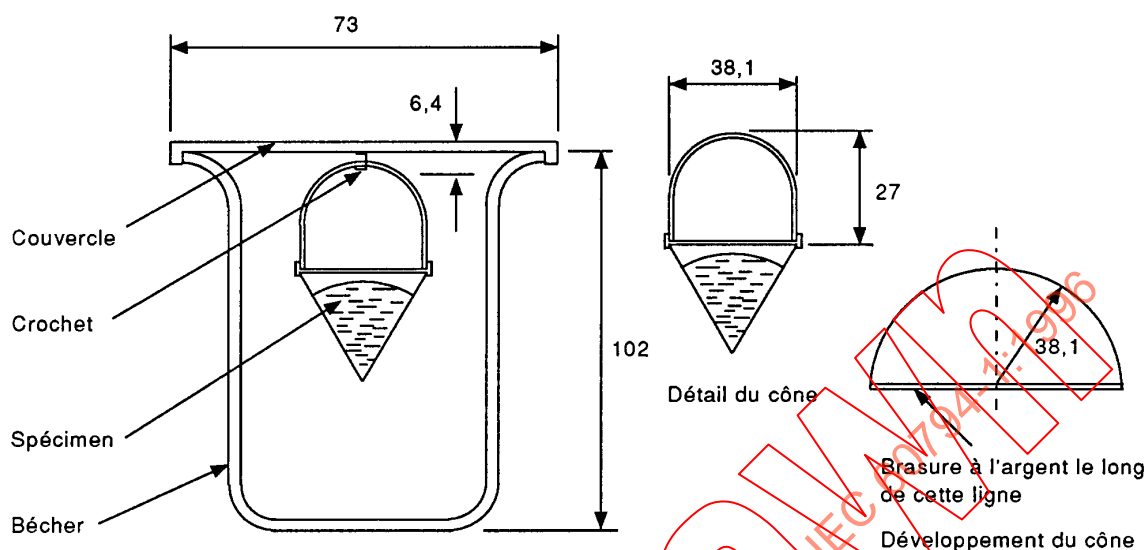
$$\% \text{ evaporation} = \frac{M3 - M4}{M3 - M2} \times 100$$

3.17.4 Requirement

The reported average results shall not exceed the maximum values given in the detail specification.

3.17.5 Details to be reported

- a) test temperature;
- b) duration of test;
- c) type of cone used;
- d) number of samples tested.



CEI 558/95

Figure 17 – Montage d'essai

3.18 Méthode CEI 794-1-E16 – Essai de pliure des tubes

3.18.1 Objet

Le but du présent essai est de déterminer l'aptitude des tubes contenant les fibres optiques à supporter les contraintes mécaniques pendant l'installation et l'épissurage des câbles. L'essai est effectué sur des tubes contenant des fibres optiques, prélevés sur câble.

3.18.2 Appareillage

L'appareillage d'essai se compose des éléments suivants:

- a) un dispositif d'essai (voir figure 18);
- b) un ventilateur à air chaud (facultatif).

3.18.3 Conditions d'essai

L'essai doit être effectué dans les conditions atmosphériques normales conformément à 5.3 de la CEI 68-1.

3.18.4 Procédure

Les échantillons (par exemple fibres en tube lâche, faisceaux de fibres en tube lâche) présentant chacun une longueur minimale de $L_1 + 50$ mm, sont prélevés sur un câble à fibres optiques.

Selon les pratiques d'installation et si prescrit en spécification particulière, les échantillons peuvent être redressés à l'aide d'un ventilateur à air chaud à une température avoisinant 80 °C. Il convient de faire attention à ne pas endommager les échantillons par un chauffage excessif.

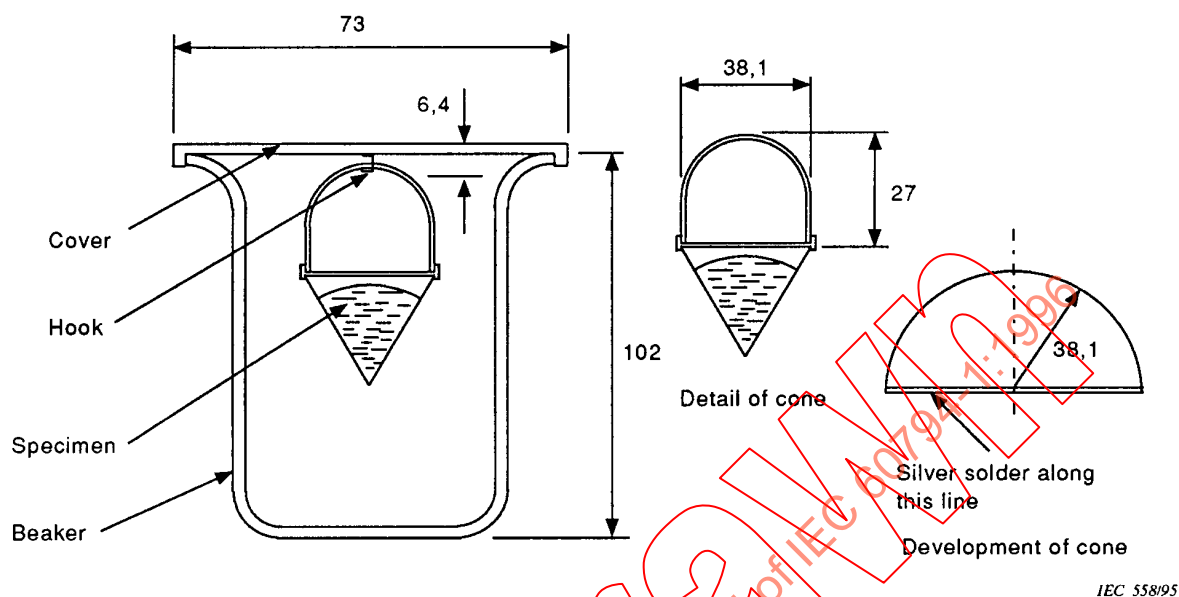


Figure 17 – Test set-up

3.18 Method IEC 794-1-E16 – Tube kinking

3.18.1 Object

The purpose of this test is to determine the ability of tubes containing optical fibres to withstand mechanical stresses encountered during cable installation and splicing. The test is carried out on cabled optical fibre tubes.

3.18.2 Apparatus

The apparatus consists of:

- a testing device (see figure 18);
- a hot air fan (optional).

3.18.3 Conditions for testing

The test shall be carried out at standard atmospheric conditions for testing in accordance with 5.3 of IEC 68-1.

3.18.4 Procedure

Samples (e.g. fibres in loose tube, fibre bundles in loose tube) with a length of at least $L_1 + 50$ mm, are taken from an optical fibre cable.

Depending on installation practices and if specified in the detail specification, the sample may be smoothed using a hot air fan at a temperature of about 80 °C. Care should be taken that the samples are not damaged by overheating.

On marque sur l'échantillon une longueur L_1 et on le fixe dans le dispositif d'essai comme illustré à la figure 18, les attaches fixe et mobile étant distantes de L_2 .

On doit déplacer l'attache amovible entre la position 1 et la position 2 sur une distance L et revenir à la position 1, à une vitesse d'environ 10 mm/s. Cela correspond à un cycle. Au dernier cycle, l'échantillon reste en position 2 pendant 60 s.

Il convient que des valeurs appropriées pour les paramètres d'essai L , L_1 , L_2 et le nombre de cycles simulent les conditions de mise en oeuvre. Elles doivent résulter d'un accord entre utilisateur et fabricant, et être précisées dans la spécification particulière.

3.18.5 Prescription

Durant l'essai, l'échantillon ne doit pas laisser paraître de pliure.

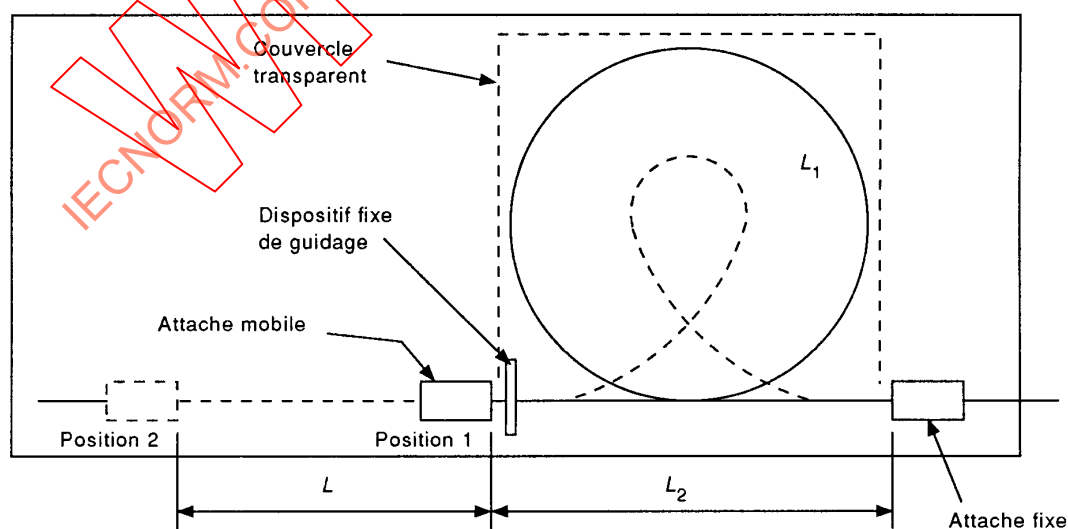
3.18.6 Résultats

Les données suivantes doivent être présentées:

- a) nombre de cycles;
- b) longueurs L , L_1 , L_2 ;
- c) utilisation d'un ventilateur à air chaud pour redressement;
- d) écarts éventuels par rapport aux conditions d'essai.

3.18.7 Notes informatives

- a) Le diamètre minimal de la boucle n'est pas fixé par une courbure dans l'équipement mais uniquement maîtrisé par la longueur de l'échantillon L_1 et la longueur du déplacement L qui dépend du diamètre du tube.
- b) Le nombre de cycles est indiqué dans la spécification particulière. Une valeur typique pour le nombre de cycles est 5.
- c) Le guide fixe garantit une position définie de l'échantillon. Un couvercle transparent permet de maintenir l'échantillon dans le même plan et de l'observer pendant le déroulement de l'essai.



CEI 559/95

Figure 18 – Essai de pliure des tubes

The sample shall be marked with a length L_1 and mounted in the test device as shown in figure 18, with the movable and fixed clamps separated by a distance L_2 .

The moveable clamp shall be moved between positions 1 and 2 over a distance L and returned to position 1 at a speed approximately 10 mm/s. This movement is one cycle. During the last cycle, the sample shall remain in position 2 for 60 s.

The values of test parameters L , L_1 , L_2 and number of cycles should simulate the service deployment conditions. They shall be agreed between user and manufacturer and shown in the detail specification.

3.18.5 Requirement

During the test no kinking of the sample shall be visible.

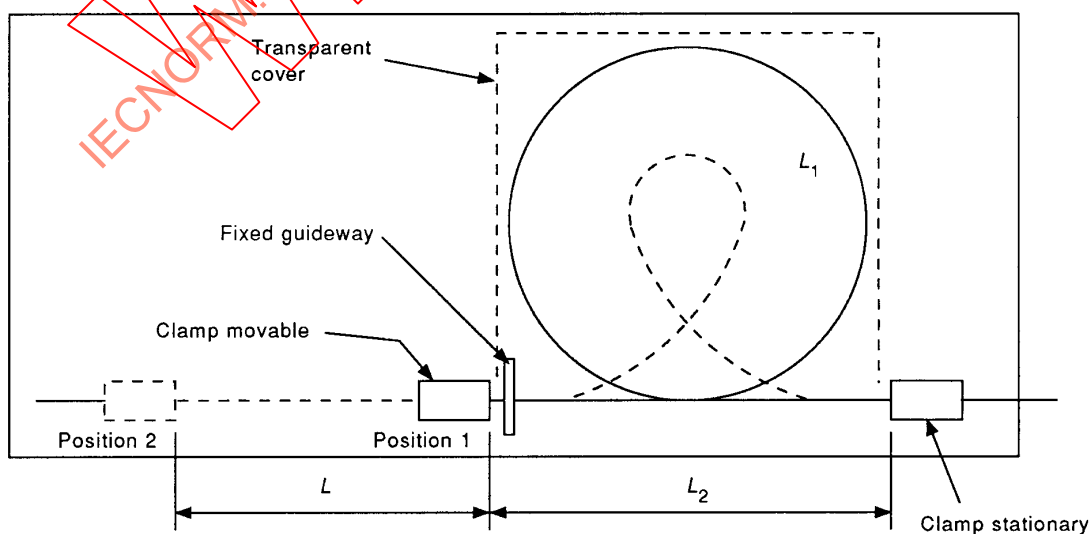
3.18.6 Results

The following data shall be presented:

- a) number of cycles;
- b) lengths L , L_1 , L_2 ;
- c) use of smoothing hot air fan;
- d) any deviations in the test conditions.

3.18.7 Informative notes

- a) The minimum diameter of the loop is not fixed by a curvature in the test equipment, but only controlled by the fixed length of the specimen L_1 and the moving length L which depends on the tube diameter.
- b) The number of cycles should be specified in the detail specification. A typical value for the number of cycles is 5.
- c) The fixed guideway ensures a defined position of the sample. A transparent cover allows the sample to be kept in the same plane and observed while being tested.



IEC 559/95

Figure 18 – Tube kinking test

Section 4: Méthodes de mesure relatives aux caractéristiques optiques et de transmission

4.1 Objet

Les caractéristiques optiques et de transmission des câbles à fibres optiques doivent être vérifiées par la réalisation d'essais choisis parmi ceux du tableau 3. Les essais appliqués et les critères d'acceptation doivent être tels qu'indiqués dans la spécification particulière.

Tableau 3 – Caractéristiques optiques et de transmission des fibres optiques

Méthodes d'essai pour fibres multimodales et unimodales		
Méthode d'essai	Essai	Caractéristiques faisant l'objet de la méthode d'essai
CEI 793-1-C1A CEI 793-1-C1B CEI 793-1-C1C	Méthode de la fibre coupée Méthode des pertes d'insertion Technique de rétrodiffusion	Affaiblissement
CEI 793-1-A1A CEI 793-1-A1B CEI 793-1-A2	Champ proche réfracté Interférométrie transversale Répartition de la lumière en champ proche	Profil d'indice de réfraction
CEI 793-1-C1C	Technique de rétrodiffusion	Défauts ponctuels
CEI 793-1-C4 CEI 793-1-C1C	Energie lumineuse transmise ou rayonnée Technique de rétrodiffusion	Continuité optique
CEI 793-1-C5A CEI 793-1-C5B	Méthode de déphasage Méthode du temps de propagation de groupe dans le domaine temporel	Dispersion chromatique
CEI 793-1-C10A CEI 793-1-C10B	Contrôle en puissance transmise Contrôle en rétrodiffusion	Modification de la transmission optique durant les essais mécaniques et d'environnement

Méthodes d'essai pour les fibres multimodales		
Méthode d'essai	Essai	Caractéristiques faisant l'objet de la méthode d'essai
CEI 793-1-C2A CEI 793-1-C2B	Réponse impulsionnelle Réponse fréquentielle	Réponse en bande de base
CEI 793-1-C6	Répartition de la lumière en champ lointain	Ouverture numérique
CEI 793-1-C3	Sensibilité aux microcourbures	Sensibilité aux microcourbures
CEI 793-1-C11	Sensibilité aux macrocourbures	Sensibilité aux macrocourbures
CEI 793-1-C5C CEI 793-1-C5D	Déphasage différentiel Interférométrie (pour examen ultérieur)	Dispersion chromatique
CEI 793-1-C7A CEI 793-1-C7B	Mesure de la longueur d'onde de coupure d'une fibre Mesure de la longueur d'onde de coupure d'une fibre en câble (à l'étude)	Longueur d'onde de coupure d'une fibre Longueur d'onde de coupure d'une fibre câblée
CEI 793-1-C9A CEI 793-1-C9B CEI 793-1-C9C CEI 793-1-C9D	Exploration du champ lointain Ouverture variable Exploration en champ proche Exploration d'une "arête en lame de couteau" (pour examen ultérieur)	Diamètre du champ de mode

Section 4: Measuring methods for transmission and optical characteristics

4.1 Object

The transmission and optical characteristics of optical fibre in cables shall be verified by carrying out selected tests from those shown in table 3. The tests applied and acceptance criteria shall be as specified in the detail specification.

Table 3 – Transmission and optical characteristics of optical fibres

Test methods of multimode and single-mode fibres		
Test method	Test	Characteristics covered by test method
IEC 793-1-C1A IEC 793-1-C1B IEC 793-1-C1C	Cut-back technique Insertion loss technique Backscattering technique	Attenuation
IEC 793-1-A1A IEC 793-1-A1B IEC 793-1-A2	Refracted near field method Transverse interference method Near field light distribution	Relative index profile
IEC 793-1-C1C	Backscattering technique	Point defects
IEC 793-1-C4 IEC 793-1-C1C	Transmitted or radiated light power Backscattering technique	Optical continuity
IEC 793-1-C5A IEC 793-1-C5B	Phase shift method Spectral group delay measurement in the time domain	Chromatic dispersion
IEC 793-1-C10A IEC 793-1-C10B	Transmitted power monitoring Backscattering monitoring	Change of optical transmittance during mechanical and environmental tests

Test methods for multimode fibres		
Test method	Test	Characteristics covered by test method
IEC 793-1-C2A IEC 793-1-C2B	Impulse response Frequency response	Baseband response
IEC 793-1-C6	Far field distribution	Numerical aperture
IEC 793-1-C3	Microbending sensitivity	Microbending sensitivity
IEC 793-1-C11	Macrobending sensitivity	Macrobending sensitivity
IEC 793-1-C5C IEC 793-1-C5D	Differential phase shift Interferometry (for future consideration)	Chromatic dispersion
IEC 793-1-C7A IEC 793-1-C7B	Cut-off wavelength measurement Cable cut-off wavelength measurement (under consideration)	Fibre cut-off wavelength Cable fibre cut-off wavelength
IEC 793-1-C9A IEC 793-1-C9B IEC 793-1-C9C IEC 793-1-C9D	Far field scan Variable aperture Near field scan Knife edge scan (for future consideration)	Mode field diameter

Section 5: Méthodes de mesure relatives aux caractéristiques électriques

5.1 Objet

Quand des conducteurs électriques sont incorporés dans un câble à fibres optiques, il peut être nécessaire d'en vérifier les différentes caractéristiques électriques. Le tableau 4 indique les essais typiques. Les essais appliqués et les critères d'acceptation doivent être tels qu'indiqués dans la spécification particulière.

Tableau 4 – Méthodes de mesure relatives aux caractéristiques électriques

Méthode d'essai	Essai	Caractéristiques faisant l'objet de la méthode d'essai
CEI 189-1	Résistance du conducteur Rigidité diélectrique de l'isolant Résistance d'isolement	Caractéristiques des conducteurs électriques isolés

Section 6: Méthodes de mesure relatives aux caractéristiques d'environnement

6.1 Objet

Cette section décrit les méthodes de mesure applicables aux essais d'environnement des câbles à fibres optiques. Ces méthodes doivent être utilisées pour le contrôle des câbles à fibres optiques.

L'aptitude des câbles à fibres optiques à satisfaire aux conditions d'environnement sans détérioration de leurs propriétés mécaniques et optiques doit être vérifiée sur des échantillons soumis à des essais choisis dans le tableau 5. Les essais appliqués, les températures et les conditions qui s'y rapportent, le nombre d'échantillons et les critères d'acceptation doivent être tels qu'indiqués dans la spécification particulière.

Tableau 5 – Méthodes de mesure relatives aux caractéristiques d'environnement

Méthode d'essai	Essai	Caractéristiques faisant l'objet de la méthode d'essai
CEI 794-1-F1	Cycles de température	Comportement climatique
CEI XXX-1-F2*	Contamination	Résistance chimique
Essai J de la CEI 68-2-10	Moisissures	Résistance biologique
CEI 332	Tenue au feu	Comportement d'un câble soumis au feu
CEI 794-1-F3 CEI XXX-1-F4*	Intégrité de la gaine Pression statique externe	Défauts de gaine
CEI 794-1-F5	Pénétration de l'eau	Résistance à la pénétration de l'eau
CEI 189-1	Pliage à basse température	Flexibilité à basse température
CEI XXX-1-F6*	Gel	Résistance au gel
CEI XXX-1-F7*	Rayonnement nucléaire	Résistance au rayonnement nucléaire
* A l'étude.		

Section 5: Measuring methods for electrical characteristics

5.1 Object

When electrical conductors are incorporated in an optical fibre cable, verification of various electrical characteristics may be necessary. Typical tests are shown in table 4. The tests applied and the acceptance criteria shall be as laid down in the detail specification.

Table 4 – Measuring methods for electrical characteristics

Test method	Test	Characteristics covered by test method
IEC 189-1	Conductor resistance Dielectric strength of insulation Insulation resistance	Characteristics of insulated electrical conductors

Section 6: Measuring methods for environmental characteristics

6.1 Object

This section describes measuring methods which apply to environmental tests of optical fibre cables. The methods are to be used for inspection of optical fibre cables.

The ability of optical fibre cables to meet environmental requirements without deterioration of their mechanical or optical properties shall be verified by subjecting samples to tests selected from table 5. The tests applied, the relevant temperatures and conditions, the number of samples, and acceptance criteria shall be as stated in the detail specification.

Table 5 – Measuring methods for environmental characteristics

Test method	Test	Characteristics covered by test method
IEC 794-1-F1	Temperature cycling	Climatic characteristics
IEC XXX-1-F2*	Contamination	Chemical resistance
Test J of IEC 68-2-10	Mould growth	Biological resistance
IEC 332	Fire conditions	Cable performance under fire conditions
IEC 794-1-F3 IEC XXX-1-F4*	Sheath integrity External static pressure	Sheath defects
IEC 794-1-F5	Water penetration	Resistance to water penetration
IEC 189-1	Cold bend	Flexibility at low temperature
IEC XXX-1-F6*	Freezing	Resistance to freezing
IEC XXX-1-F7*	Nuclear radiation	Resistance to nuclear radiation
* Under consideration.		

6.2 Définitions opérationnelles

A l'étude.

6.3 Méthode CEI 794-1-F1 – Cycles de température

6.3.1 Objet

Cette méthode de mesure est applicable aux câbles à fibres optiques qui sont soumis à des cycles de température afin de déterminer la stabilité de l'affaiblissement d'un câble soumis à des changements de température.

Les variations de l'affaiblissement des câbles à fibres optiques qui peuvent apparaître avec les changements de température sont généralement le résultat de déformations ou de contraintes des fibres à la suite de différences entre le coefficient de dilatation thermique des fibres et les coefficients des éléments de traction du câble et du gainage. Les conditions d'essai pour les mesures en température doivent simuler les conditions les plus sévères.

Cet essai peut être utilisé soit pour le contrôle du comportement du câble dans la gamme de températures qui peut survenir durant le stockage, le transport et l'utilisation, soit pour la vérification dans une gamme de températures sélectionnée (habituellement plus étendue que celle nécessaire pour le cas précédent) de la stabilité de l'affaiblissement lié à une situation pratiquement libre de microcourbures de la fibre dans la structure de câble.

6.3.2 Préparation de l'échantillon

L'échantillon est une longueur de fabrication ou un tronçon de longueur suffisante, comme indiqué dans la spécification particulière, cependant de longueur convenable pour obtenir la précision désirée (voir note).

Afin d'obtenir des résultats reproductibles, l'échantillon de câble doit être introduit dans la chambre climatique en couronne lâche ou sur bobine.

NOTE – Par exemple, il est recommandé que la longueur minimale de la fibre soumise à l'essai ne soit pas inférieure à 1 000 m en fibre A1 et 2 000 m en fibre B.

La faculté de la ou des fibres de s'adapter à la dilatation et à la contraction différentielles (par exemple en glissant dans le câble) pourrait être influencée par le rayon de courbure du câble. De ce fait, il convient de réaliser le conditionnement de l'échantillon le plus proche possible des conditions d'utilisation normale.

Pour les essais sur bobine, le câble doit être enroulé de telle façon que toutes les variations de ses caractéristiques (affaiblissement, longueur, etc.) qui pourraient se produire dans les conditions d'utilisation normale ne soient pas modifiées.

Les problèmes possibles sont dus à une différence existant entre les coefficients de dilatation de l'échantillon en essai et du support (bobine, panier, plateau, etc.) qui peuvent induire durant les cycles thermiques un effet significatif sur le résultat d'essai, si les conditions «effet nul» ne sont pas complètement remplies.

Les paramètres ayant une influence sont principalement: détail du conditionnement, type et matériau(x) du support, diamètre de la couronne échantillon ou de la bobine, etc.

Les recommandations générales sont les suivantes:

- Le diamètre d'enroulement doit être suffisamment grand pour laisser à la fibre la possibilité de s'adapter à la dilatation et à la contraction différentielles. Un diamètre d'enroulement substantiellement plus grand que la valeur retenue pour la livraison du câble peut être nécessaire.

6.2 Operational definitions

Under consideration.

6.3 Method IEC 794-1-F1 – Temperature cycling

6.3.1 Object

This measuring method applies to optical fibre cables which are tested by temperature cycling in order to determine the stability behaviour of the attenuation of a cable submitted to temperature changes.

Changes in the attenuation of optical fibre cables which may occur with changing temperatures are generally the result of buckling or tensioning of the fibres resulting from differences between their thermal expansion coefficient and the coefficients of the cable strength and jacketing members. Test conditions for temperature dependent measurements shall simulate the worst conditions.

This test can be used either for monitoring cable behaviour in the temperature range which may occur during storage, transportation and usage or to check, in a selected temperature range (usually wider than that required for the above-mentioned case), the stability behaviour of the attenuation connected to a substantially microbend-free situation of the fibre within the cable structure.

6.3.2 Sample preparation

The sample shall be a factory length or a sample of sufficient length as indicated in the detail specification but nevertheless of length appropriate to achieve the desired accuracy (see note).

In order to gain reproducible values, the cable sample shall be brought into the climatic chamber as a loose coil or on a reel.

NOTE – For example, it is recommended that the minimum length of fibre submitted to the test should be not less than 1 000 m for A1 and 2 000 m for B fibre.

The ability of the fibre(s) to accommodate differential expansion and contraction (for example by slipping within the cable) could be influenced by the bending radius of the cable, therefore sample conditioning should be realized as close as possible to normal usage conditions.

In the case of testing on a reel, the cable shall be wound up in such a way that all changes of cable characteristics (attenuation, length, etc.) which could occur in normal usage conditions are not altered.

Potential problems are due to an actual difference between the expansion coefficients of the test sample and the holder (reel, basket, plate, etc.) which can induce, during thermal cycles, a significant effect on the test result if "no effect" conditions are not completely fulfilled.

Parameters of influence are mainly: details of conditioning, type and material(s) of the holder, diameter of the sample coil or reel, etc.

General recommendations are the following:

- The winding diameter shall be large enough to keep the ability of the fibre to accommodate differential expansion and contraction. A winding diameter substantially greater than the value selected for cable delivery may be necessary.

- Tout risque de limitation à la dilatation (ou à la contraction) du câble créé par le conditionnement doit être supprimé. En particulier, il convient de prendre un soin spécial pour éviter toute tension résiduelle sur le câble durant l'essai. Par exemple, un enroulement serré sur touret n'est pas recommandé, car il peut limiter la contraction du câble à basse température. D'autre part, un enroulement multicouche serré peut limiter la dilatation à température élevée.
- L'utilisation d'un enroulement lâche est recommandé, tel que couronnes de grand diamètre, bobines avec matelas amortisseur en couche molle, ou dispositif de relâchement des contraintes, etc.

Pour limiter la longueur de câble en essai, il est possible de raccorder plusieurs fibres du câble et de mesurer les fibres raccordées. Le nombre de raccordements doit rester limité et il convient que ceux-ci soient de préférence situés en dehors de la chambre climatique. On devra alors veiller à l'interprétation des résultats. A cet effet, la technique de rétrodiffusion peut apporter une aide, même si elle n'est en aucun cas considérée comme la méthode recommandée pour la mesure de l'affaiblissement.

6.3.3 Appareillage

- a) Système de mesure de l'affaiblissement approprié à la détermination de la variation d'affaiblissement.

Voir les méthodes d'essais de la section 4 de la CEI 793-1.

- b) Chambre climatique

La chambre climatique doit être telle qu'elle puisse recevoir l'échantillon (voir 6.3.2) et que la température puisse être réglée à ± 3 K de la température ambiante spécifiée pour l'essai. L'exemple d'une telle chambre est donné dans l'article 2, Essai Nb de la CEI 68-2-14.

6.3.4 Procédure

- a) Mesure initiale

L'échantillon doit être examiné visuellement et une valeur de référence de l'affaiblissement doit être déterminée à la température initiale.

Les conditions de préconditionnement doivent faire l'objet d'un accord entre client et fournisseur.

- b) Conditionnement

- 1) L'échantillon, étant à la température ambiante, doit être introduit dans la chambre climatique, celle-ci étant également à la température ambiante.
- 2) La température dans la chambre doit être abaissée à la température basse convenable T_A , à la vitesse de refroidissement appropriée.
- 3) Lorsque la stabilité de la température dans la chambre est atteinte, l'échantillon doit être exposé aux conditions de basse température pendant la durée t_1 qui convient.
- 4) La température dans la chambre doit ensuite être élevée jusqu'à la température haute T_B qui convient, à la vitesse de chauffe appropriée.
- 5) Lorsque la stabilité de la température dans la chambre est atteinte, l'échantillon doit être exposé aux conditions de haute température pendant la durée t_1 qui convient.
- 6) La température dans la chambre doit ensuite être abaissée jusqu'à la température ambiante, à la vitesse de refroidissement appropriée.
- 7) Cette procédure constitue un cycle (voir figure 19).
- 8) L'échantillon doit être soumis à deux cycles, sauf prescription contraire dans la spécification particulière correspondante.
- 9) La spécification correspondante doit indiquer:
 - i) la variation de l'affaiblissement et les contrôles pendant le conditionnement;
 - ii) la ou les périodes après lesquelles ceux-ci doivent être effectués.

- Any risk of cable expansion (or contraction) limitation created by conditioning shall be suppressed. In particular, special care should be taken to avoid remaining tension on the cable during the test. For example a tight winding on a drum is not recommended as it can limit cable contraction at low temperature. On the other hand, a tight multilayer winding can limit expansion at high temperature.
- The use of loose winding is recommended such as large diameter coils, bufferized reels with a soft layer or zero tension facility device, etc.

In order to limit the length of the cable under test, it is possible to connect several fibres of the cable and to measure the connected fibres. The number of connections shall remain limited and they should preferably be located outside the climatic chamber. Some care, however, should be taken in the interpretation of the results. For this purpose, the backscattering technique may help even if it is in no case considered as the recommended attenuation measurement method.

6.3.3 Apparatus

- a) Appropriate attenuation measuring apparatus for determination of attenuation change.

See test methods of section 4 of IEC 793-1.

- b) Climatic chamber

The climatic chamber shall be of a suitable size to accommodate the sample (see 6.3.2) and its temperature shall be controllable to remain within ± 3 K of the specified testing temperature. One example of a suitable chamber is given in clause 2, test Nb, of IEC 68-2-14.

6.3.4 Procedure

- a) Initial measurement

The sample shall be visually inspected and a basic value for attenuation at the initial temperature shall be determined.

Pre-conditioning conditions shall be agreed between customer and supplier.

- b) Conditioning

- 1) The sample at ambient temperature shall be introduced into the climatic chamber which is also at that temperature.
- 2) The temperature in the chamber shall then be lowered to the appropriate low temperature T_A at the appropriate rate of cooling.
- 3) After temperature stability in the chamber has been reached, the sample shall be exposed to the low temperature conditions for the appropriate period t_1 .
- 4) The temperature in the chamber shall then be raised to the appropriate high temperature T_B at the appropriate rate of heating.
- 5) After temperature stability in the chamber has been reached, the sample shall be exposed to the high temperature conditions for the appropriate period t_1 .
- 6) The temperature in the chamber shall then be lowered to the value of the ambient temperature at the appropriate rate of cooling.
- 7) This procedure constitutes one cycle (see figure 19).
- 8) The sample shall be subjected to two cycles unless otherwise required in the relevant detail specification.
- 9) The relevant specification shall state:
 - i) the change of attenuation and inspection checks during conditioning;
 - ii) the period(s) after which they are to be carried out.

10) Avant retrait de la chambre, l'échantillon en essai doit avoir atteint la stabilité thermique à la température ambiante.

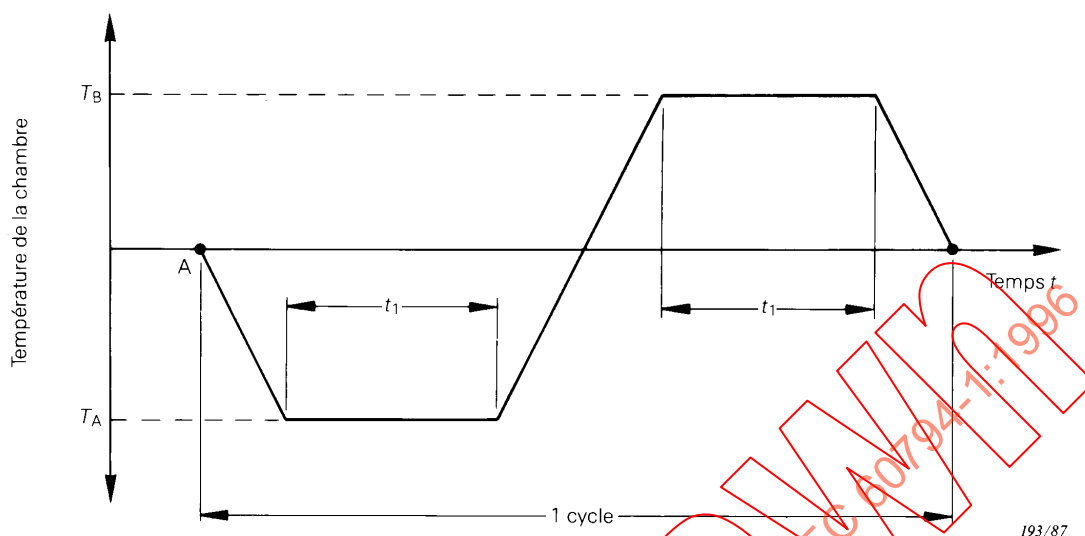


Figure 19 – Procédure en un cycle

11) Si la spécification correspondante indique différentes gammes de températures pour le stockage et l'utilisation, il est permis, en accord avec la figure 20, d'effectuer une procédure d'essai combiné à la place de deux essais différents.

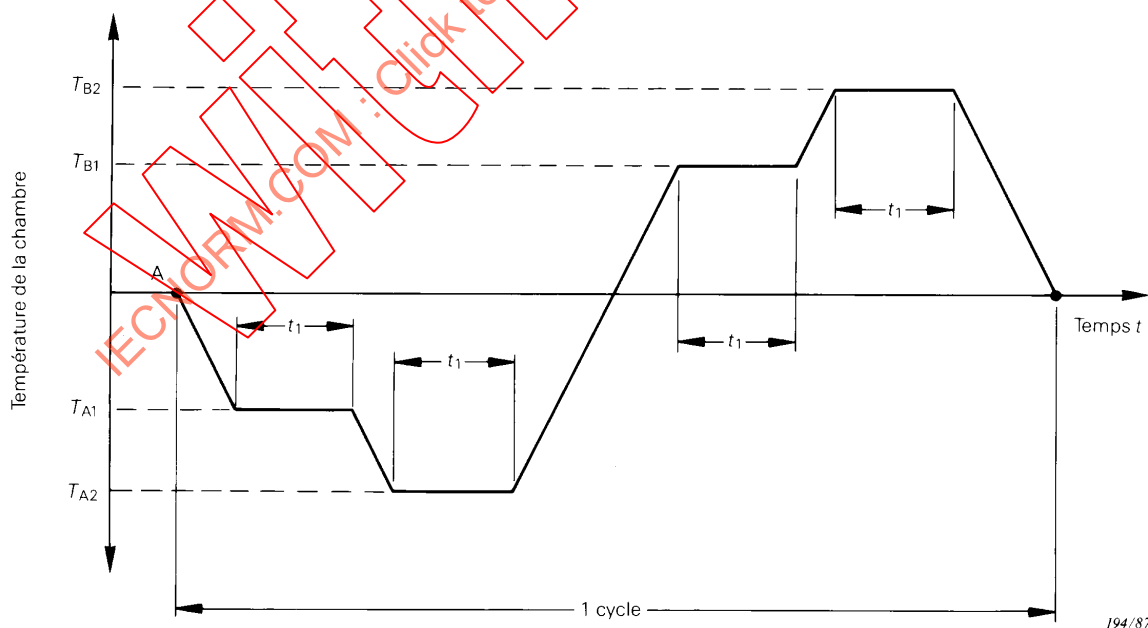


Figure 20 – Procédure d'essai combiné

10) Before removal from the chamber, the sample under test shall have reached temperature stability at ambient temperature.

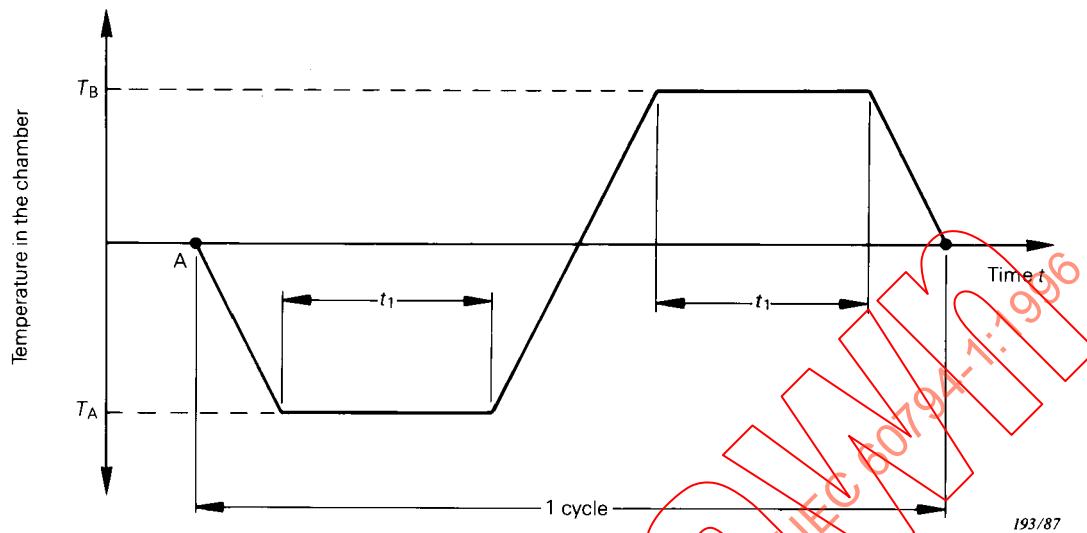


Figure 19 - One cycle procedure

11) If the relevant specification indicates different temperature ranges for storage and usage instead of two different tests, a combined test procedure is allowed in accordance with figure 20.

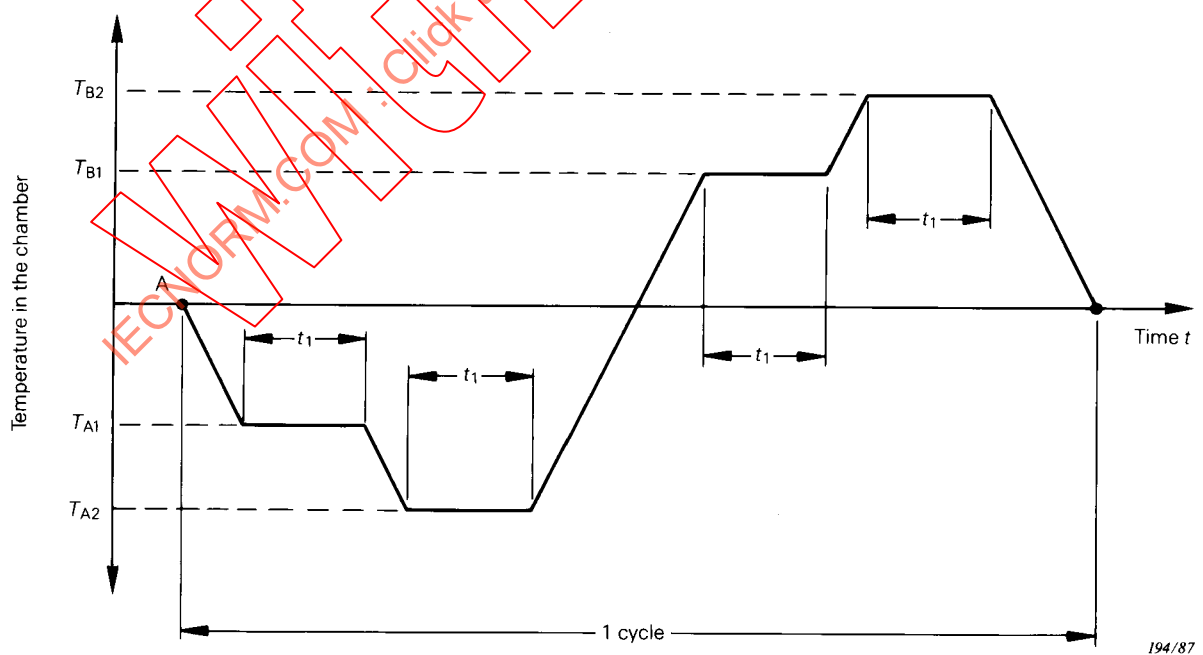


Figure 20 - Combined test procedure

12) Les valeurs de T_A , T_B et t_1 doivent être indiquées dans la spécification particulière.

La vitesse de refroidissement (ou de chauffe) doit être spécifiée dans la spécification particulière. Il convient de prendre des précautions pour que la température de l'âme du câble ne diffère pas de manière significative de la température spécifiée pour la chambre climatique à la fin des phases de refroidissement (ou de chauffe).

c) Reprise

1) Si la température ambiante ne correspond pas aux conditions atmosphériques normales à appliquer pour essai après retrait de la chambre, l'échantillon doit pouvoir atteindre la stabilité thermique à ces dernières conditions.

2) La spécification particulière correspondante peut indiquer une période spécifique de reprise pour un type donné d'échantillon.

6.3.5 Résultats

a) Mesures finales

L'échantillon doit être examiné visuellement et vérifié mécaniquement et optiquement comme indiqué dans la spécification correspondante.

b) Les données suivantes doivent être présentées avec les résultats:

- diamètre de la couronne ou de la bobine;
- détails du conditionnement:
 - couronne, bobine, autre (à préciser – en cas de touret avec matelas amortisseur, type de matelas utilisé),
 - simple ou multicouche,
 - spires parallèles ou en nid d'abeille,
 - tension d'enroulement et dispositif de relâchement des contraintes, s'il existe,
 - type et matériaux du support,
 - position de l'échantillon (verticale/horizontale);
- longueurs de câble et de fibre en essai. Type de raccordement entre les fibres (s'il existe);
- préparation des extrémités;
- caractéristiques de l'équipement de mesure incluant le type des appareils de mesure et les conditions d'injection;
- sévérité de l'essai (nombre de cycles, diagramme des cycles de température). Températures et temps doivent être enregistrés;
- si l'humidité est contrôlée ou non. Dans le cas où le taux d'humidité est contrôlé, il y a lieu de noter les taux d'humidité pour chaque température extrême;
- variation d'affaiblissement à une longueur d'onde spécifiée en fonction des cycles de température et indication de la précision.

6.4 Méthode CEI XXX-1-F2 – Contamination

Pour étude ultérieure.

6.5 Méthode CEI 794-1-F3 – Intégrité de la gaine

6.5.1 Objet

Cette méthode d'essai peut être appliquée sur des câbles non remplis, destinés à l'usage extérieur, afin de confirmer que le gainage du câble est continu et exempt de trous. Cela peut être fait par un essai de pression interne ou, si le gainage est du type à barrière d'étanchéité, on peut effectuer un essai au sparker.

12) The value of T_A , T_B and t_1 shall be specified in the detail specification.

The rate of cooling (or heating) shall be specified in the detail specification. Care should be taken that the temperature of the cable core does not significantly differ from the specified temperature of the climatic chamber at the end of the cooling (or heating) phases.

c) Recovery

1) If the ambient temperature is not the standard atmospheric condition to be used for testing after removal from the chamber, the sample shall be allowed to attain temperature stability at this latter condition.

2) The relevant detail specification may call for a specific recovery period for a given type of sample.

6.3.5 Results

a) Final measurements

The sample shall be visually inspected as well as optically and mechanically checked as required in the relevant specification.

b) The following data shall be presented with the results:

- diameter of the sample coil or reel;
- details of winding:
 - coil, reel, other (to be stated, in case of bufferized reel, the type of buffering used),
 - single or multilayer,
 - open winding or basket weave,
 - winding tension and zero tension facility device, if any,
 - type and materials of the holder,
 - position of the sample (vertical/horizontal);
- cable and fibre length under test. Type of connections between fibres (if any);
- end preparation;
- test set data including type of measurement equipment and launching conditions;
- severity of test (number of cycles, temperature cycle diagram). Temperature and times shall be recorded;
- if humidity is controlled or uncontrolled. If the humidity level is controlled, the humidity levels at each temperature extreme should be reported;
- change of attenuation at a specified wavelength as a function of temperature cycling including indication of accuracy.

6.4 Method IEC XXX-1-F2 – Contamination

For future consideration.

6.5 Method IEC 794-1-F3 – Sheath integrity

6.5.1 Object

This test method may be applied on unfilled outdoor cables to confirm that the cable sheath is continuous and free from holes. This may be done as an internal pressure test or, if the sheath is of the moisture barrier type, alternatively a spark test may be applied.

6.5.2 Essai de pression interne

Pour les câbles non remplis, la gaine doit résister sans fuite à une pression interne de gaz de 50 kPa à 100 kPa pendant 2 h après égalisation de la pression dans toute la longueur du câble.

NOTE – Il n'est pas nécessaire d'effectuer cet essai si la gaine subit l'essai de 6.5.3.

6.5.3 Essai au sparker (si applicable)

La gaine doit supporter sans claquage l'application au sparker d'une tension d'au moins 8 kV (efficace) ou 12 kV (courant continu).

NOTE – Pour les câbles non remplis, il n'est pas nécessaire d'effectuer cet essai si la gaine subit l'essai de 6.5.2.

6.6 Méthode CEI XXX-1-F4 – Pression statique externe

Pour étude ultérieure.

6.7 Méthode CEI 794-1-F5 – Pénétration d'eau

6.7.1 Objet

Cet essai est applicable aux câbles pour usage extérieur complètement remplis afin de vérifier que tous les interstices d'un câble sont remplis de compound de façon continue pour éviter la pénétration d'eau dans le câble.

La vérification s'effectue sur des échantillons de câble rempli en utilisant l'une des deux méthodes suivantes (F5A ou F5B), comme indiqué dans la spécification particulière.

6.7.2 Préparation de l'échantillon

6.7.2.1 Méthode F5A

Une portion circonférentielle de la gaine et du revêtement de 25 mm de largeur doit être enlevée à 3 m d'une extrémité d'un échantillon de câble et un manchon étanche doit être appliqué par-dessus l'âme dénudée de manière à relier les bords de la coupure dans la gaine.

6.7.2.2 Méthode F5B

Un échantillon de câble, de longueur supérieure à 1 m à la longueur en essai qui ne devra pas être supérieure à 3 m, est coupé de façon aléatoire. Si spécifié, l'échantillon est soumis à la procédure d'enroulement en conformité avec la procédure 2 de 3.13.5 (tiré de la méthode E11). Une longueur maximale de 3 m de câble doit être prélevée de la partie centrale de l'échantillon.

6.7.3 Procédure

Le câble est soutenu horizontalement et une hauteur de 1 m d'eau est appliquée pendant 24 h à la température de $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$.

Un colorant fluorescent soluble dans l'eau peut être utilisé pour faciliter la détection de l'infiltration.

NOTE – Prendre soin lors du choix du colorant fluorescent, qu'il n'entre pas en réaction avec un quelconque composant du câble.

6.5.2 *Internal pressure test*

For unfilled cables the sheath shall withstand without leakage an internal gas pressure of 50 kPa to 100 kPa for 2 h after equalization of pressure throughout the cable length.

NOTE – It is not necessary to carry out this test if the sheath is tested in accordance with 6.5.3.

6.5.3 *Spark test (if applicable)*

The sheath shall withstand a spark test voltage of at least 8 kV r.m.s or 12 kV d.c.

NOTE – For unfilled cables, it is not necessary to carry out this test if the sheath is tested in accordance with 6.5.2.

6.6 **Method IEC XXX-1-F4 – External static pressure**

For future consideration.

6.7 **Method IEC 794-1-F5 – Water penetration**

6.7.1 *Object*

This test applies to completely filled outdoor cables with the intention to check that all the interstices of a cable are continuously filled with compound to prevent water penetration within the cable.

Compliance shall be checked on samples of filled cable using one of the following two methods (F5A or F5B), as specified in the detail specification.

6.7.2 *Sample preparation*

6.7.2.1 *Method F5A*

A circumferential portion of sheath and wrapping 25 mm wide shall be removed 3 m from one end of a sample length of cable and a watertight sleeve shall be applied over the exposed core so as to bridge the gap in the sheath.

6.7.2.2 *Method F5B*

A cable sample having a length 1 m longer than the length to be tested, which shall not exceed 3 m, is taken at random. If required, the sample is submitted to the bending procedure according to 3.13.5, Procedure 2 (from method E11). A maximum cable length of 3 m shall then be taken from the central portion of the sample.

6.7.3 *Procedure*

The cable shall be supported horizontally and a 1 m head of water shall be applied for 24 h at a temperature of $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$.

A water soluble fluorescent dye may be used to aid in the detection of seepage.

NOTE – Take care in choosing any fluorescent dye such that the dye does not react with any of the cable components.

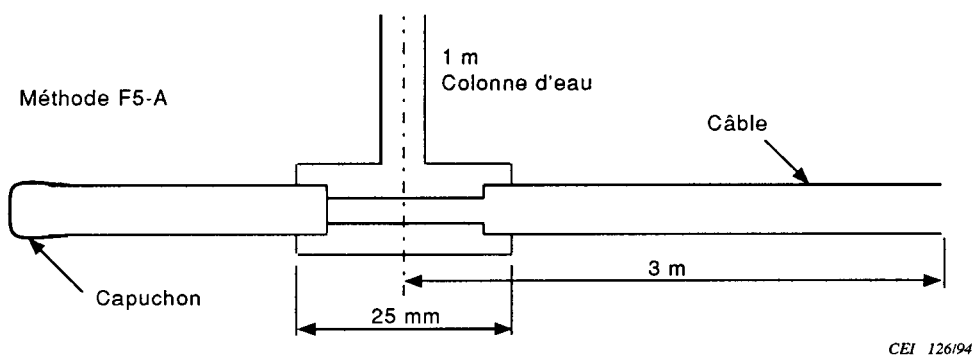


Figure 21a

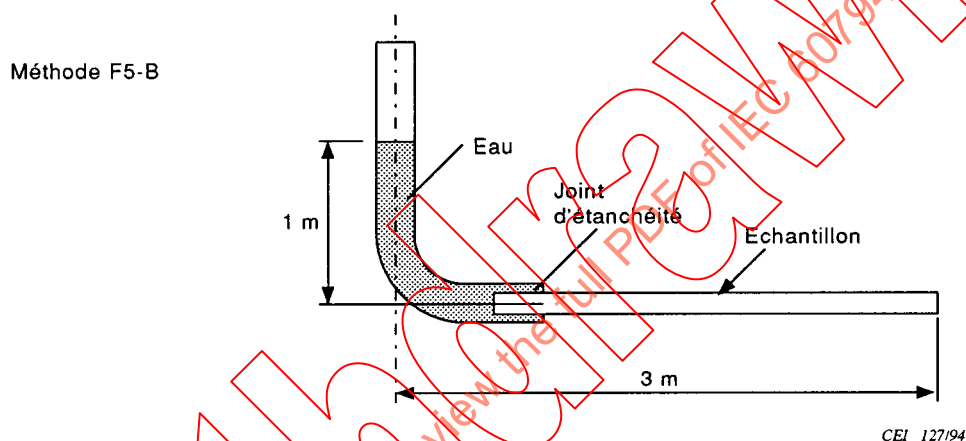


Figure 21b

Figure 21 – Essai de pénétration d'eau

6.7.4 Prescriptions

Aucune présence d'eau ne doit être détectée à l'extrémité de la longueur de 3 m. Si un colorant fluorescent est utilisé, une lumière ultraviolette peut être utilisée pour l'examen.

NOTES

- 1 La procédure d'essai ci-dessus constitue une prescription de base pour le contrôle de conformité et, pour les essais de contrôle courant, des échantillons de longueur plus courte peuvent être essayés pendant une durée plus courte.
- 2 Un câble ne sera pas considéré comme ayant échoué à l'essai s'il se trouve occasionnellement un échantillon présentant un petit suintement (quelques gouttes) de solution colorée à l'extérieur de l'âme du câble et de son revêtement.

6.8 Méthode CEI XXX-1-F6 – Gel

A l'étude.

6.9 Méthode CEI XXX-1-F7 – Rayonnement nucléaire

A l'étude.

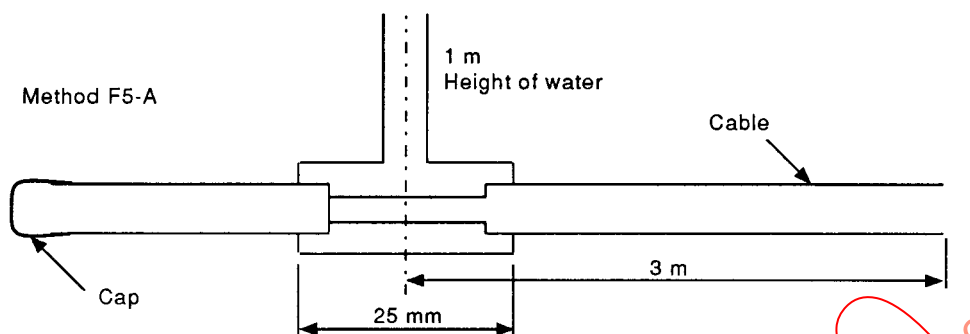


Figure 21a

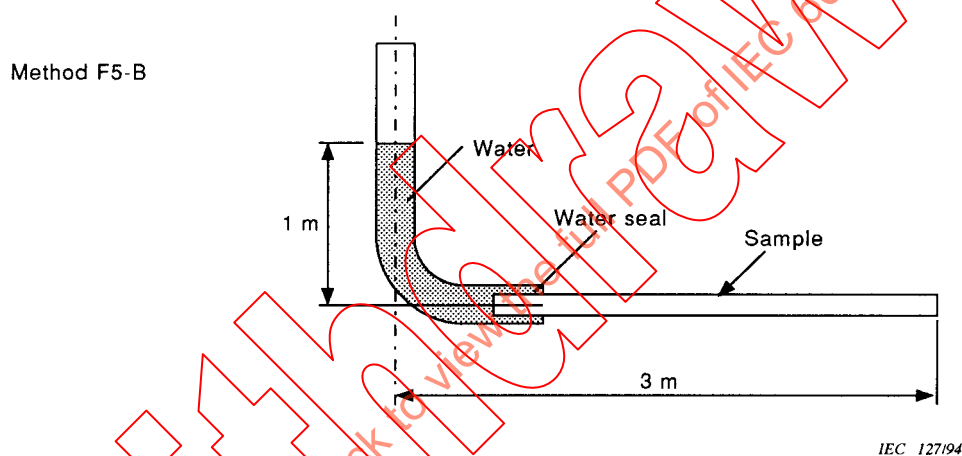


Figure 21b

Figure 21 – Water penetration test

6.7.4 Requirements

No water shall be detected at the end of the 3 m length. If a fluorescent dye is used, an ultraviolet light may be used for the examination.

NOTES

- 1 The test procedure mentioned above is a basic compliance requirement and for routine tests, samples of shorter length may be tested for a shorter time.
- 2 A cable should not be considered to have failed the test if within an occasional sample seepage (a few drops) of dye is detected outside the cable core and its wrapping.

6.8 Method IEC XXX-1-F6 – Freezing

Under consideration.

6.9 Method IEC XXX-1-F7 – Nuclear radiation

Under consideration.

Annexe A (informative)

Guide pour les câbles à fibres optiques pour liaisons de courte distance

A.1 Généralités

A.1.1 Objet

Cette annexe est destinée à fournir des informations complémentaires concernant les câbles à fibres optiques utilisés dans des liaisons de courtes distances dans les systèmes de communication. Elle permet d'établir des exigences communes concernant les propriétés géométriques, optiques, de transmission, mécaniques et d'environnement des câbles à fibres optiques.

A.1.2 Documents de référence

CEI 793-1: 1992, *Fibres optiques - Partie 1: Spécification générique*

CEI 793-2: 1992, *Fibres optiques - Partie 2: Spécifications de produit*

CEI 794-2: 1989, *Câbles à fibres optiques - Deuxième partie: Spécifications de produit*

CEI 874-1: 1993, *Connecteurs pour fibres et câbles optiques - Première partie: Spécification générique*

A.1.3 Catégories de fibres optiques

Les câbles à fibres optiques utilisés dans les courtes distances doivent être équipés des fibres optiques suivantes:

Catégorie A2: pour des distances allant de plusieurs centaines de mètres à 2 km;

Catégorie A3: pour des distances allant de quelques centaines de mètres jusqu'à 1 km;

Catégorie A4: pour des distances allant jusqu'à 100 m.

Les caractéristiques des fibres optiques utilisées doivent être spécifiées comme indiqué dans la spécification de produit appropriée.

A.2 Méthodes de mesure des dimensions

NOTE – Les mesures des dimensions des fibres optiques doivent être faites selon les méthodes définies dans la CEI 793-1.

A.2.1 Méthode de mesure du diamètre

Les méthodes de mesure des dimensions sont données dans le tableau 1 de la présente norme et sont applicables aux câbles à fibres optiques pour courtes distances.

Annex A (informative)

Guide for optical cables for short distance links

A.1 General

A.1.1 Object

This annex provides additional guidance relating to optical fibre cables for use in short distance links in communication equipment. It allows the establishment of uniform requirements for the geometrical, optical, transmission, mechanical and environmental properties of optical fibre cables.

A.1.2 Reference documents

IEC 793-1: 1992, *Optical fibres – Part 1: Generic specification*

IEC 793-2: 1992, *Optical fibres – Part 2: Product specifications*

IEC 794-2: 1989, *Optical fibre cables – Part 2: Product specifications*

IEC 874-1: 1993, *Connectors for optical fibres and cables – Part 1: Generic specification*

A.1.3 Optical fibre categories

Optical fibre cables used in short distance links shall be equipped with the following optical fibres:

A2 category: for distances of several hundred metres up to 2 km;

A3 category: for distances of a few hundred metres up to 1 km;

A4 category: for distances up to 100 m.

The characteristics of the optical fibres used shall be specified as stated in the relevant product specification.

A.2 Measuring methods for dimensions

NOTE – Measurements for optical fibre dimensions shall be carried out using the methods specified in IEC 793-1.

A.2.1 Diameter measuring method

The measuring methods for dimensions are given in table 1 of this standard and are applicable for optical fibre cables for short distance links.

A.2.2 Mesure de la longueur

La présente norme spécifie deux types de mesures de la longueur: soit mécanique, soit par retard d'impulsion transmise et/ou réfléchi comme spécifié dans la CEI 793-1.

Dans le cas de la mesure du câble sur couronne ou sur bobine, la seconde méthode (CEI 793-1-A6) peut être utilisée. Par exemple actuellement, un échomètre de haute résolution bien étalonné permet d'obtenir une précision de quelques centimètres sur des longueurs de 100 m.

A.3 Méthodes de mesure des caractéristiques mécaniques

Quand le câble est destiné à être utilisé sans connecteurs aux extrémités, les essais décrits dans la présente norme sont applicables.

Quand le câble est destiné à être utilisé avec des connecteurs en extrémités, les essais sont uniquement effectués sur le câble, les essais combinés sur l'ensemble câble et connecteur sont réalisés selon la CEI 874-1.

A.3.1 Méthodes de mesure des caractéristiques mécaniques des câbles

- Dénudabilité (à l'étude)
- Résistance à la traction (CEI 794-1-E1)
- Abrasion (CEI 794-1-E2)
- Ecrasement (CEI 794-1-E3)
- Chocs (CEI 794-1-E4)
- Courbures répétées (CEI 794-1-E6)
- Torsion (CEI 794-1-E7)
- Flexions (CEI 794-1-E8)
- Tenue au crochetage (CEI 794-1-E9)
- Pliure (CEI 794-1-E10)
- Pliage du câble (CEI 794-1-E11)

A.3.2 Méthodes de mesure des caractéristiques mécaniques du connecteur

- Dimensions (CEI 874-1, article 26)
- Chute (CEI 874-1, paragraphe 28.17)
- Forces d'accouplement et de désaccouplement (CEI 874-1, paragraphe 28.6)
- Endurance mécanique (à l'étude)
- Vibrations (CEI 874-1, paragraphe 28.2)
- Robustesse du mécanisme d'accouplement (CEI 874-1, paragraphe 28.8)
- Rétention du câble (CEI 874-1, paragraphe 28.7)
- Torsion du câble (CEI 874-1, à l'étude)
- Efficacité de la rétention de la fibre ou de l'embout (CEI 874-1, paragraphe 28.4)

A.2.2 Length measurement

This standard specifies two types of length measurements: either by mechanical means or by delay of transmitted and/or reflected pulses, as specified in IEC 793-1.

In the case of cable measurement on coil or reels, the second method (IEC 793-1-A6) can be used. Currently, a well-calibrated high resolution echometer would allow a precision of a few centimetres over a length of 100 m to be reached, for example.

A.3 Measuring methods for mechanical characteristics

When the cable is to be used without end connectors, the tests described in this standard are applicable.

When the cable is to be used with end connectors, tests are applied on the cable only and the combined tests on cable plus connector assembly are carried out according to IEC 874-1.

A.3.1 Measuring methods for cable mechanical characteristics

- | | |
|-----------------------|-----------------------|
| – Strippability | (under consideration) |
| – Tensile performance | (IEC 794-1-E1) |
| – Abrasion | (IEC 794-1-E2) |
| – Crush | (IEC 794-1-E3) |
| – Impact | (IEC 794-1-E4) |
| – Repeated bending | (IEC 794-1-E6) |
| – Torsion | (IEC 794-1-E7) |
| – Flexing | (IEC 794-1-E8) |
| – Snatch | (IEC 794-1-E9) |
| – Kink | (IEC 794-1-E10) |
| – Cable bend | (IEC 794-1-E11) |

A.3.2 Measuring methods for connector mechanical characteristics

- | | |
|---|----------------------------------|
| – Dimensions | (IEC 874-1, clause 26) |
| – Drop | (IEC 874-1, sub-clause 28.17) |
| – Engagement and separation forces | (IEC 874-1, sub-clause 28.6) |
| – Mechanical endurance | (under consideration) |
| – Vibration | (IEC 874-1, sub-clause 28.2) |
| – Strength of coupling mechanism | (IEC 874-1, sub-clause 28.8) |
| – Strength of cable retention | (IEC 874-1, sub-clause 28.7) |
| – Cable torque | (IEC 874-1, under consideration) |
| – Effectiveness of fibre or ferrule retention | (IEC 874-1, sub-clause 28.4) |

A.4 Méthode de mesure des caractéristiques optiques et de transmission

A.4.1 Affaiblissement

La technique de la fibre coupée avec des conditions d'injection modifiées décrite dans la note ci-dessous donne des résultats précis avec des fibres de courtes distances.

Cependant, dans le cas de la mesure d'une courte longueur de fibre ou de câble, on ne peut ignorer la contribution de l'erreur de mesure car l'affaiblissement d'une courte longueur de fibre ou de câble devient très proche de l'erreur de mesure.

La méthode des pertes d'insertion peut être utilisée lorsque la recherche de la précision n'est pas prédominante.

Les techniques de rétrodiffusion haute résolution décrites par la méthode CEI 793-1-C1C peuvent convenir pour les fibres des catégories A2, A3 et A4.

NOTE – Conditions d'injection à l'état de non-répartition à l'état stable.

Dans les cas où les longueurs de fibre sont telles que la répartition à l'état stable des modes n'est pas atteinte, des conditions d'injection différentes de celles de l'état stable sont appropriées. Dans tous les cas, lorsque les conditions d'injection diffèrent sensiblement de celles de l'état stable sur la longueur de fibre à mesurer, il n'est pas possible d'obtenir des valeurs de coefficient d'affaiblissement, c'est-à-dire que la distribution en puissance n'est pas indépendante de la longueur de la fibre. La mesure de l'affaiblissement dans des conditions particulières peut être spécifiée. Dans ce cas, les conditions doivent être mentionnées, par exemple:

- a) longueur d'onde de la source;
- b) largeur spectrale;
- c) diagramme de rayonnement;
- d) longueur de la fibre à mesurer;
- e) couplage entre la source et la fibre à mesurer;
- f) des conditions d'injection spécifiques peuvent être nécessaires pour des mesures autres que l'affaiblissement, par exemple les conditions d'injection à saturation décrites au point a) de 4.11.1 de la CEI 793-1 (quatrième édition).

Il est recommandé d'utiliser:

- une ouverture numérique d'injection égale ou légèrement supérieure à la valeur maximale de l'ouverture numérique théorique de la fibre à mesurer;
- une tache d'injection égale ou légèrement supérieure au diamètre du cœur de la fibre à mesurer.

Un arrangement d'injection générique pour réaliser l'injection dans une fibre à courte distance est décrit en A.4.2.

A.4.2 Conditions d'injection

Etant donné que la reproductibilité des mesures de l'ouverture numérique et de l'affaiblissement des fibres à saut d'indice est critique, une description très précise du montage d'essai d'injection est nécessaire. Un tel montage peut être réalisé à l'aide de composants optiques disponibles dans le commerce; il doit être en mesure d'assurer une large gamme de tailles de taches lumineuses et d'ouvertures numériques de manière à convenir pour tous les types de fibres.

A.4.2.1 Description

Le montage d'essai génère l'image de la source à l'extrémité d'entrée de la fibre en essai. Le diamètre de la tache lumineuse et l'angle maximal du rayon lumineux à l'extrémité d'entrée de la fibre sont respectivement contrôlés par les diaphragmes réglables 7 et 11 (figure A.1).

La taille réelle de la tache lumineuse peut être déterminée sur l'écran vidéo à l'aide du rayonnement lumineux réfléchi en provenance de l'extrémité de la fibre et du séparateur de faisceaux 8) (il est donc possible d'aligner le centre de la tache lumineuse sur le centre du cœur de la fibre).

A.4 Measuring methods for transmission and optical characteristics

A.4.1 Attenuation

The cut-back technique with modified launching conditions described in the note below gives accurate results on short length fibres.

However, in the case of short fibre or cable measurement, the contribution of measurement error cannot be ignored because short fibre or cable loss is very close to the measurement error.

The insertion loss method can be used where accuracy is not important.

The high resolution backscattering technique as described in method IEC 793-1-C1C, may be suitable for A2, A3 and A4 category fibres.

NOTE – Non steady-state distribution.

In cases where fibre lengths are such that steady-state distribution is not achieved, launching conditions different from steady-state distribution are appropriate. In every case, where launching conditions are substantially different from steady-state conditions over the length of fibre to be measured, it is not possible to obtain attenuation coefficient values, i.e. the power distribution is not length independent. The measurement of the attenuation value under particular conditions can be specified. In this case, the conditions shall be reported, for example:

- a) wavelength of the source;
- b) spectral width;
- c) radiation diagram;
- d) length of fibre under test;
- e) coupling between source and fibre under test;
- f) specific launching conditions may be needed for other than attenuation measurements, for example full launch conditions as in item a) of 4.11.1 of IEC 793-1 (fourth edition).

It is recommended to use:

- a launching numerical aperture equal to or slightly greater than the maximum theoretical numerical aperture of the fibre under test;
- a launching light spot equal to or slightly greater than the core diameter of the fibre under test.

A generic launching arrangement to achieve the launching in short distance fibre is described in A.4.2.

A.4.2 Launching conditions

As the reproducibility of the numerical aperture (NA) and attenuation measurements of step index fibres is critical, a well-defined launching set-up is necessary. Such a set-up can be achieved by using commercially available optical components and shall have the capability of providing a wide range of spot sizes and launch NA so as to cater for all types of fibres.

A.4.2.1 Description

The set-up produces the image of the source at the input end of the fibre under test. The diameter of the light spot and the maximum angle of the incident light at the input fibre end are respectively regulated by adjustable diaphragms 7, and 11, (figure A.1).

The actual spot size can be determined by the video screen using the reflected light from the fibre end and the beam splitter 8) (it is thus possible to align the centre of the light spot onto the centre of the fibre core).

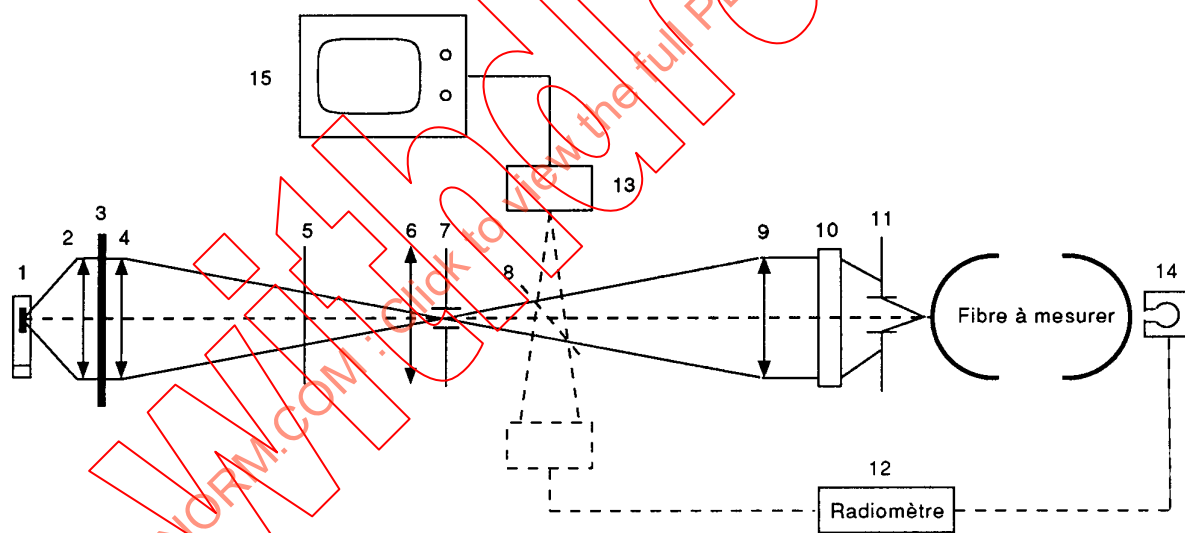
Selon la distance qui sépare le diaphragme 11) de l'extrémité de la fibre, le diaphragme est réglé de manière à obtenir l'angle d'injection maximal requis. Une fois cette distance fixée, sa reproductibilité est facilement obtenue car l'extrémité de la fibre doit être focalisée sur l'écran vidéo.

Pour une fibre de catégorie A4, afin d'obtenir une mesure de l'affaiblissement indépendante de la longueur, il est recommandé de placer un embrouilleur de modes (se reporter à la figure A.2 et au tableau A.1) entre la fibre à mesurer et le diaphragme 11; il convient également de retirer les composants optiques 4 et 6 à 9, 13, 15 du montage d'essai. La taille de tache devrait être supérieure ou égale à la dimension du cœur de la fibre et l'ouverture numérique d'injection supérieure ou égale à l'ouverture numérique théorique maximale de la fibre à mesurer. Pour ce qui concerne les mesures de l'ouverture numérique, des études supplémentaires sont nécessaires.

A.4.2.2 Conditions d'essai

Pour obtenir des valeurs reproductibles de l'ouverture numérique et de l'affaiblissement, il sera nécessaire de spécifier ce qui suit:

- la taille de la tache lumineuse (pourcentage du diamètre du cœur de la fibre);
- l'ouverture numérique d'injection (pourcentage de l'ouverture numérique théorique de la fibre);
- les dimensions et le nombre de tours de l'embrouilleur de modes, si nécessaire.



CEI 1 200/92

- | | |
|--|---|
| 1) Source (ex.. ampoule de 100 W) | 9) Lentille (ex. $\varnothing = 50,8$ mm, $F = 500$ mm) |
| 2) Lentille (ex.: $\varnothing = 50,8$ mm, $F = 76,2$ mm) | 10) Objectif (ex. $F = 50 - 10,95$) |
| 3) Filtre (ex. $\varnothing = 50,8$ mm, $\lambda = 850 \pm 50$ nm) | 11) Diaphragme à champ réglable |
| 4) Lentille (ex. $\varnothing = 50,8$ mm, $F = 76,2$ mm) | 12) Radiomètre |
| 5) Hacheur | 13) Contrôle vidéo |
| 6) Lentille (ex. $\varnothing = 50,8$ mm, $F = 125$ mm) | 14) Détecteur |
| 7) Diaphragme à champ réglable | 15) Ecran vidéo |
| 8) Séparateur de faisceau | |

Figure A.1

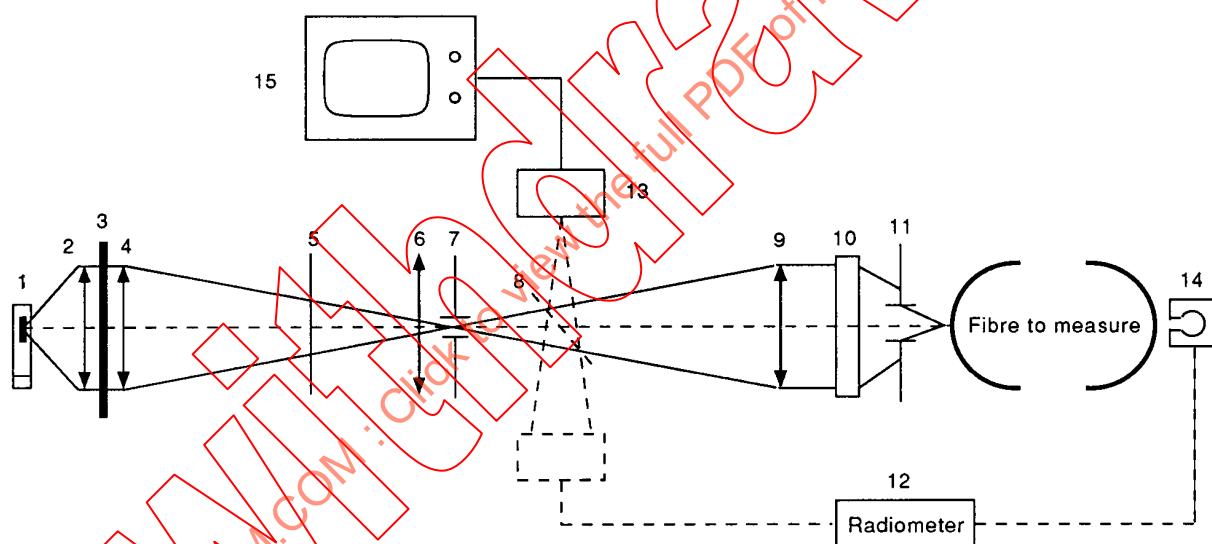
Depending on the distance between the diaphragm 11) and the fibre end, the diaphragm is adjusted so as to obtain the desired maximum launching angle. Once this distance is fixed, its reproducibility is easily obtained because the fibre end must be in focus on the video screen.

For A4 fibre, in order to obtain attenuation measurement without length dependence, it is recommended that a mode scrambler (see figure A.2 and table A.1) is placed between the fibre to measure and the diaphragm 11, and optical components 4 and 6 through 9, 13, 15 should be removed from the set-up. Spot size should be greater or equal to fibre core size and launching NA greater or equal to theoretical NA of the fibre to be measured. For numerical aperture measurements, further studies are needed.

A.4.2.2 Test conditions

To obtain reproducible NA and attenuation values, it will be necessary to specify:

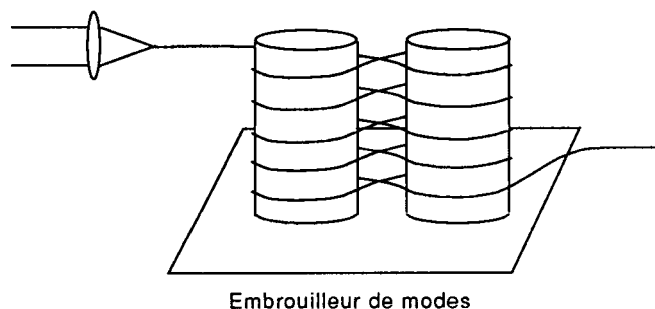
- spot size (percentage of the fibre core diameter);
- launch NA (percentage of the theoretical NA of the fibre);
- dimensions and number of turns of the mode scrambler, where appropriate.



IEC 1 200/92

- | | |
|---|--|
| 1) Source (e.g. stip bulb 100 W) | 9) Lens (e.g. $\varnothing = 50,8$ mm, $F = 500$ mm) |
| 2) Lens (e.g. $\varnothing = 50,8$ mm, $F = 76,2$ mm) | 10) Objective (e.g. $F = 50 - 10,95$) |
| 3) Filter (e.g. $\varnothing = 50,8$ mm, $\lambda = 850 \pm 50$ nm) | 11) Adjustable field diaphragm |
| 4) Lens (e.g. $\varnothing = 50,8$ mm, $F = 76,2$ mm) | 12) Radiometer |
| 5) Chopper | 13) Video monitoring |
| 6) Lens (e.g. $\varnothing = 50,8$ mm, $F = 125$ mm) | 14) Detector |
| 7) Adjustable field diaphragm | 15) Video screen |
| 8) Beam splitter | |

Figure A.1



Embrouilleur de modes

CEI 1201:92

Figure A.2

Tableau A.1

Diamètre de la fibre mm	Longueur de la fibre m	Diamètre des cylindres mm	Distance entre les deux cylindres mm	Nombre de tours en «8»
1,00	20	42	3	10
0,75	15	35	3	20
0,50	10	32	2	40

A.4.3 Réponse en bande de base

Si les largeurs de bandes sont prises en considération, les méthodes par impulsions ont été utilisées avec des courtes longueurs de fibres de catégorie A4.

Des mesures identiques pour les fibres A2 et A3 feront l'objet d'études supplémentaires.

A.4.4 Continuité optique

Pour les deux méthodes indiquées dans le tableau 3, il est recommandé d'utiliser la méthode – énergie transmise ou rayonnée – pour les fibres de courtes distances, CEI 793-1-C4.

A.4.5 Ouverture numérique

Il est recommandé d'utiliser la méthode de répartition de la lumière en champ lointain (CEI 793-1-C6) avec les conditions d'injection modifiées telles que proposées dans la mesure de l'affaiblissement.

A.5 Méthodes de mesure des caractéristiques d'environnement

A.5.1 Généralités

Quand le câble est destiné à être utilisé *sans* connecteurs aux extrémités, les essais décrits dans la présente norme sont applicables.

Quand le câble est destiné à être utilisé *avec* des connecteurs aux extrémités, les essais sont applicables au câble seul, et les essais combinés sur l'ensemble câble et connecteur sont effectués selon la CEI 874-1.