

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60793-1-40

Première édition
First edition
2001-07

Fibres optiques –

**Partie 1-40:
Méthodes de mesure et procédures d'essai –
Affaiblissement**

Optical fibres –

**Part 1-40:
Measurement methods and test procedures –
Attenuation**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60793-1-40:2001

Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

Editions consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

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 cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- **Site web de la CEI** (www.iec.ch)
- **Catalogue des publications de la CEI**

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI (www.iec.ch/catlg-f.htm) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.

- **IEC Just Published**

Ce résumé des dernières publications parues (www.iec.ch/JP.htm) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.

- **Service clients**

Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

Email: custserv@iec.ch
Tél: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

Publication numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series. For example, IEC 34-1 is now referred to as IEC 60034-1.

Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Further information on IEC publications

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 this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is also available from the following:

- **IEC Web Site** (www.iec.ch)
- **Catalogue of IEC publications**

The on-line catalogue on the IEC web site (www.iec.ch/catlg-e.htm) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. On-line information is also available on recently issued publications, withdrawn and replaced publications, as well as corrigenda.

- **IEC Just Published**

This summary of recently issued publications (www.iec.ch/JP.htm) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.

- **Customer Service Centre**

If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:

Email: custserv@iec.ch
Tel: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC

60793-1-40

Première édition
First edition
2001-07

Fibres optiques –

**Partie 1-40:
Méthodes de mesure et procédures d'essai –
Affaiblissement**

Optical fibres –

**Part 1-40:
Measurement methods and test procedures –
Attenuation**

© IEC 2001 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.

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

e-mail: inmail@iec.ch

3, rue de Varembe Geneva, Switzerland
IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

U

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	6
INTRODUCTION	10
1 Domaine d'application	12
2 Références normatives	12
3 Définitions	14
4 Conditions d'étalonnage	16
5 Méthode d'essai de référence	16
6 Appareillage	16
7 Echantillonnage et échantillons à l'essai	16
7.1 Longueur de l'échantillon à l'essai	16
7.2 Face d'extrémité de l'échantillon à l'essai	16
8 Procédure	16
9 Calculs	16
9.1 Méthodes A et B	16
9.2 Méthode C	16
9.3 Méthode D	16
10 Résultats	16
10.1 Informations à fournir pour chaque mesure	16
10.2 Informations à fournir sur demande	18
11 Informations à mentionner dans la spécification	18
Annexe A (normative) Prescriptions spécifiques à la méthode A – Fibre coupée	19
Annexe B (normative) Prescriptions spécifiques à la méthode B – Pertes d'insertion	32
Annexe C (normative) Prescriptions spécifiques à la méthode C – Rétrodiffusion	36
Annexe D (normative) Prescriptions spécifiques à la méthode D – Modélisation de l'affaiblissement spectral	52
Figure A.1 – Appareillage de mesure de l'affaiblissement à une longueur d'onde spécifiée	20
Figure A.2 – Appareillage de mesure de l'affaiblissement spectral	22
Figure A.3 – Montage général d'injection	24
Figure A.4 – Montage optique d'injection à limitation spatiale	30
Figure A.5 – Système à lentille	32
Figure A.6 – Fibre d'injection	32
Figure A.7 – Embrouilleur de modes (pour fibre A4)	32
Figure B.1 – Etalonnage du dispositif de la mesure des pertes d'insertion	36
Figure B.2 – Mesure des pertes d'insertion	36
Figure C.1 – Schéma fonctionnel d'un RODT	38
Figure C.2 – Représentation schématique du tracé, sur un RODT, relatif à un échantillon à l'essai «homogène» précédé d'une fibre amorce	44
Figure C.3 – Représentation schématique du tracé, sur un RODT, relatif à un échantillon à l'essai «homogène» non précédé d'une fibre amorce	44

CONTENTS

FOREWORD.....	7
INTRODUCTION.....	11
1 Scope	13
2 Normative references	13
3 Definitions.....	15
4 Calibration requirements	17
5 Reference test method	17
6 Apparatus	17
7 Sampling and specimens.....	17
7.1 Specimen length.....	17
7.2 Specimen end face	17
8 Procedure	17
9 Calculations	17
9.1 Methods A and B	17
9.2 Method C.....	19
9.3 Method D.....	19
10 Results	19
10.1 Information available with each measurement	19
10.2 Information available upon request	19
11 Specification information	19
Annex A (normative) Requirements specific to method A – Cut-back	21
Annex B (normative) Requirements specific to method B – Insertion loss.....	35
Annex C (normative) Requirements specific to method C – Backscattering	39
Annex D (normative) Requirements specific to method D –.....	55
Figure A.1 – Arrangement of equipment to make loss measurement at one specified wavelength.....	21
Figure A.2 – Arrangement of equipment used to obtain loss spectrum	23
Figure A.3 – General launch arrangement	25
Figure A.4 – Limited phase space launch optics	31
Figure A.5 – Lens system	33
Figure A.6 – Launch fibre	33
Figure A.7 – Mode scrambler (for A4 fibre).....	33
Figure B.1 – Calibration of insertion loss measurement set.....	37
Figure B.2 – Measurement of insertion loss	37
Figure C.1 – Block diagram of an OTDR.....	39
Figure C.2 – Schematic OTDR trace for a "uniform" specimen preceded by a dead-zone fibre	45
Figure C.3 – Schematic OTDR trace for a "uniform" specimen not preceded by a dead-zone fibre	45

Figure C.4 – Représentation schématique du tracé d'un RODT illustrant des pertes apparentes dues à des discontinuités ponctuelles, l'une réfléchissante, l'autre non réfléchissante..... 48

Figure C.5 – Représentation schématique du tracé agrandi d'un RODT illustrant deux discontinuités ponctuelles, l'une avec un gain apparent et l'autre ne présentant ni perte apparente ni gain apparent..... 50

Tableau A.1 – Exemples de taille de mandrin 28

Tableau A.2 – Conditions d'injection pour les fibres A2 à A4 30

Figure C.4 – Schematic OTDR trace showing apparent loss due to point discontinuities, one reflective and one non-reflective49

Figure C.5 – Schematic of an expanded OTDR trace showing two point discontinuities, one with apparent gain, and another with no apparent loss or gain51

Table A.1– Mandrel sizes examples29

Table A.2 – Launch conditions for A2 to A4 fibres31

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

FIBRES OPTIQUES –

Partie 1-40: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Affaiblissement

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, spécifications techniques, 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 60793-1-40 a été établie par le sous-comité 86A: Fibres et câbles, du comité d'études 86 de la CEI: Fibres optiques.

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

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
86A/669/FDIS	86A/693/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.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 3.

Les annexes A, B, C et D font partie intégrante de cette norme.

La CEI 60793-1-1 et la CEI 60793-1-2 couvrent les spécifications génériques.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

OPTICAL FIBRES –

**Part 1-40: Measurement methods and test procedures –
Attenuation**

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 specifications, 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 60793-1-40 has been prepared by subcommittee 86A: Fibres and cables, of IEC technical committee 86: Fibre optics.

This standard, together with the other standards in the IEC 60793-1-4X series, replaces the second edition of IEC 60793-1-4, of which it constitutes a technical revision.

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

FDIS	Report on voting
86A/669/FDIS	86A/693/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.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 3.

Annexes A, B, C and D form an integral part of this standard.

IEC 60793-1-1 and IEC 60793-1-2 cover generic specifications.

La CEI 60793-1-4X comprend les parties suivantes présentées sous le titre général: Fibres optiques:

Partie 1-40: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Affaiblissement

Partie 1-41: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Largeur de bande

Partie 1-42: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Dispersion chromatique

Partie 1-43: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Ouverture numérique

Partie 1-44: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Longueur d'onde de coupure

Partie 1-45: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Diamètre du champ de mode

Partie 1-46: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Contrôle des variations du facteur de transmission

Partie 1-47: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Pertes dues aux macrocourbures

Partie 1-48: Méthodes de mesure et procédures d'essai – A l'étude

Partie 1-49: Méthodes de mesure et procédures d'essai – A l'étude

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2003. A cette date, la publication sera:

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

IEC 60793-1-4X consists of the following parts, under the general title: Optical fibres:

- Part 1-40: Measurement methods and test procedures – Attenuation
- Part 1-41: Measurement methods and test procedures – Bandwidth
- Part 1-42: Measurement methods and test procedures – Chromatic dispersion
- Part 1-43: Measurement methods and test procedures – Numerical aperture
- Part 1-44: Measurement methods and test procedures – Cut-off wavelength
- Part 1-45: Measurement methods and test procedures – Mode field diameter
- Part 1-46: Measurement methods and test procedures – Monitoring of changes in optical transmittance
- Part 1-47: Measurement methods and test procedures – Macrobending loss
- Part 1-48: Measurement methods and test procedures – Under consideration
- Part 1-49: Measurement methods and test procedures – Under consideration

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2003. At this date, the publication will be

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

INTRODUCTION

Les publications de la série CEI 60793-1 concernent les informations essentielles sur les méthodes de mesures et les procédures d'essai s'appliquant aux fibres optiques.

Cette même série traite des différents domaines regroupés de la façon suivante:

- parties 1-10 à 1-19: Généralités
- parties 1-20 à 1-29: Méthodes de mesure et procédures d'essai des dimensions
- parties 1-30 à 1-39: Méthodes de mesure et procédures d'essai des caractéristiques mécaniques
- parties 1-40 à 1-49: Méthodes de mesure et procédures d'essai des caractéristiques optiques et de transmission
- parties 1-50 à 1-59: Méthodes de mesure et procédures d'essai des caractéristiques d'environnement.

INTRODUCTION

Publications in the IEC 60793-1 series concern measurement methods and test procedures as they apply to optical fibres.

Within the same series several different areas are grouped, as follows:

- parts 1-10 to 1-19: General
- parts 1-20 to 1-29: Measurement methods and test procedures for dimensions
- parts 1-30 to 1-39: Measurement methods and test procedures for mechanical characteristics
- parts 1-40 to 1-49: Measurement methods and test procedures for transmission and optical characteristics
- parts 1-50 to 1-59: Measurement methods and test procedures for environmental characteristics.

FIBRES OPTIQUES –

Partie 1-40: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Affaiblissement

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60793 établit des prescriptions uniformes pour mesurer l'affaiblissement de la fibre optique, contribuant ainsi au contrôle des fibres et câbles dans des relations commerciales.

Quatre méthodes sont décrites pour mesurer l'affaiblissement parmi lesquelles une méthode pour modéliser l'affaiblissement spectral:

- méthode A: fibre coupée;
- méthode B: pertes d'insertion;
- méthode C: rétrodiffusion;
- méthode D: modélisation de l'affaiblissement spectral.

Les méthodes A, B et C s'appliquent à la mesure de l'affaiblissement pour toutes les catégories de fibres suivantes:

- classe A fibres multimodales;
- classe B fibres unimodales.

La méthode C, rétrodiffusion, s'applique aussi à la localisation, aux pertes et à la caractérisation des discontinuités ponctuelles.

A ce jour, la méthode D a été démontrée seulement sur les fibres de classe B.

L'information commune à ces trois méthodes, et à la méthode de la modélisation, est contenue dans les articles 1 à 8, et l'information propre à chaque méthode individuelle, apparaît respectivement aux annexes A, B, C et D.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables la présente partie de la CEI 60793. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 60793 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 60793-1-22, *Fibres optiques – Partie 1-22: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Longueur*

CEI 60793-1-43, *Fibres optiques – Partie 1-43: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Ouverture numérique*

OPTICAL FIBRES –

Part 1-40: Measurement methods and test procedures – Attenuation

1 Scope

This part of IEC 60793 establishes uniform requirements for measuring the attenuation of optical fibre, thereby assisting in the inspection of fibres and cables for commercial purposes.

Four methods are described for measuring attenuation, one of which being that for modelling spectral attenuation:

- method A: cut-back;
- method B: insertion loss;
- method C: backscattering;
- method D: modelling spectral attenuation.

Methods A to C apply to the measurement of attenuation for all categories of the following fibres:

- class A multimode fibres;
- class B single-mode fibres.

Method C, backscattering, also covers the location, losses and characterization of point discontinuities.

To date, method D has been demonstrated only on class B fibres.

Information common to all three measurements, and to the modelling method, appears in clauses 1 to 8, and information pertaining to each individual method appears in annexes A, B, C, and D, respectively.

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 60793. For dated references, subsequent amendments to, or revisions of, any of these publications do not apply. However, parties to agreements based on this part of IEC 60793 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. For undated references, the latest edition of the normative document referred to applies. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 60793-1-22, *Optical fibres – Part 1-22: Measurement methods and test procedures – Length*

IEC 60793-1-43, *Optical fibres – Part 1-43: Measurement methods and test procedures – Numerical aperture*

3 Définitions

Pour les besoins de la présente partie de la CEI 60793, les définitions suivantes s'appliquent.

NOTE L'affaiblissement est une mesure de la diminution de la puissance dans une fibre à une longueur d'onde donnée. Il dépend de la nature et de la longueur de la fibre et est également influencé par les conditions de mesure.

Des conditions d'injection non maîtrisées excitent normalement des modes de fuite d'ordre supérieur qui provoquent des pertes transitoires et entraînent un affaiblissement qui n'est pas proportionnel à la longueur de la fibre. Des conditions d'injection maîtrisées produisant une répartition des modes à l'état stable, conduisent à un affaiblissement proportionnel à la longueur de la fibre. Dans de telles conditions d'état stable, une valeur d'affaiblissement linéique de la fibre peut être déterminée et les affaiblissements de fibres raccordées s'additionnent de manière linéaire.

3.1

affaiblissement

affaiblissement d'une fibre pour une longueur d'onde λ entre deux sections, 1 et 2, d'une fibre séparée par une distance et défini comme suit:

$$A(\lambda) = \left| 10 \log_{10} \frac{P_1(\lambda)}{P_2(\lambda)} \right| \tag{1}$$

où

$A(\lambda)$ est l'affaiblissement, en dB, à la longueur d'onde λ ;

$P_1(\lambda)$ est la puissance optique traversant la section 1;

$P_2(\lambda)$ est la puissance optique traversant la section 2.

3.2

affaiblissement linéique

affaiblissement par unité de longueur

pour une fibre homogène dans les conditions d'état stable, il est possible de définir l'affaiblissement par unité de longueur ou l'affaiblissement linéique par:

$$\alpha(\lambda) = \frac{A(\lambda)}{L} \tag{2}$$

qui est indépendant de la longueur choisie de la fibre;

où

$\alpha(\lambda)$ est l'affaiblissement linéique;

$A(\lambda)$ est l'affaiblissement à la longueur d'onde λ ;

L est la longueur, en kilomètres.

3.3

modélisation de l'affaiblissement spectral

technique qui calcule l'affaiblissement linéique sur un spectre de longueurs d'onde à partir d'un petit nombre (trois à cinq) de valeurs discrètes mesurées directement

3.4

discontinuités ponctuelles

déviations locale temporaire ou permanente du signal continu du RODT dans le sens aller ou retour

NOTE La nature de la déviation peut varier en fonction des conditions d'essai (par exemple, durée d'impulsion, longueur d'onde et sens du signal du RODT). Bien que le point de discontinuité puisse être supérieur à la largeur d'impulsion affichée correspondante (y compris les effets de l'émetteur et du récepteur), habituellement la longueur est sensiblement égale à la largeur d'impulsion. Pour une interprétation correcte, il convient de suivre les étapes prescrites dans la CEI 60793-1-22 pour la mesure de la longueur.

3 Definitions

For the purpose of this part of IEC 60793, the following definitions apply.

NOTE Attenuation is a measure of the decreasing optical power in a fibre at a given wavelength. It depends on the nature and length of the fibre and is also affected by measurement conditions.

Uncontrolled launching conditions normally excite higher order lossy modes that produce transient losses and result in attenuation that is not proportional to the length of the fibre. A controlled, steady-state launching condition yields attenuation that is proportional to the fibre's length. Under steady-state conditions, an attenuation coefficient of a fibre can be determined and the attenuation of concatenated fibres added linearly.

3.1 attenuation

attenuation of a fibre at wavelength λ between two cross-sections, 1 and 2, separated by a distance and defined as

$$A(\lambda) = \left| 10 \log_{10} \frac{P_1(\lambda)}{P_2(\lambda)} \right| \quad (1)$$

where

$A(\lambda)$ is the attenuation, in dB, at wavelength λ ;

$P_1(\lambda)$ is the optical power traversing cross-section 1;

$P_2(\lambda)$ is the optical power traversing cross-section 2.

3.2 attenuation coefficient attenuation per unit length

for a uniform fibre under steady state conditions, it is possible to define the attenuation per unit length or the attenuation coefficient as follows:

$$\alpha(\lambda) = \frac{A(\lambda)}{L} \quad (2)$$

which is independent of the chosen length of the fibre;

where

$\alpha(\lambda)$ is the attenuation coefficient;

$A(\lambda)$ is the attenuation at wavelength λ ;

L is the length, in kilometres.

3.3 spectral attenuation modelling

technique that predicts the attenuation coefficients across a spectrum of wavelengths from a small number (three to five) of discrete values measured directly

3.4 point discontinuities

temporary or permanent local deviation of the continuous OTDR signal in the upward or downward direction

NOTE The nature of the deviation can vary with test conditions (e.g. pulse duration, wavelength, and direction of the OTDR signal). Although a point discontinuity can have a length greater than the corresponding displayed pulse duration (including transmitter and receiver effects), the length is usually about equal to the pulse duration. For a correct interpretation, the guidelines in IEC 60793-1-22 should be followed for measuring length.

4 Conditions d'étalonnage

A l'étude.

5 Méthode d'essai de référence

La méthode A, fibre coupée, est la méthode d'essai de référence (RTM), qui doit être celle utilisée pour résoudre les litiges.

6 Appareillage

Les annexes A, B, C et D contiennent respectivement des figures et d'autres prescriptions d'appareillage pour chaque méthode.

7 Echantillonnage et échantillons à l'essai

7.1 Longueur de l'échantillon à l'essai

L'échantillon à l'essai doit être une longueur connue de fibre enroulée sur une bobine ou contenue dans un câble, comme cela est indiqué dans la spécification particulière.

7.2 Face d'extrémité de l'échantillon à l'essai

Préparer, perpendiculairement à l'axe de la fibre, une face plane à l'extrémité d'entrée et à l'extrémité de sortie de chaque échantillon à l'essai.

8 Procédure

Voir respectivement l'annexe A, B, C et D pour les méthodes A, B, C et D.

9 Calculs

9.1 Méthodes A et B

Les méthodes A: fibre coupée et B: perte d'insertion, utilisent respectivement les équations (1) et (2), qui figurent en 3.1 et 3.2.

9.2 Méthode C

Voir annexe C.

9.3 Méthode D

Voir annexe D.

10 Résultats

10.1 Informations à fournir pour chaque mesure

Relever les informations suivantes pour chaque mesure:

- date et titre de la mesure;
- numéro d'identification de l'échantillon;

4 Calibration requirements

Under consideration.

5 Reference test method

Method A, cut-back, is the reference test method (RTM), which shall be the one used to settle disputes.

6 Apparatus

Annexes A, B, C, and D include layout drawings and other equipment requirements for each of the methods, respectively.

7 Sampling and specimens

7.1 Specimen length

The specimen shall be a known length of fibre on a reel, or within a cable, as specified in the detail specification.

7.2 Specimen end face

Prepare a flat end face, orthogonal to the fibre axis, at the input and output ends of each specimen.

8 Procedure

See annexes A, B, C and D for methods A, B, C and D, respectively.

9 Calculations

9.1 Methods A and B

Methods A and B, cut-back and insertion loss, respectively, use equations (1) and (2), which appear in 3.1 and 3.2.

- longueur d'onde de la source optique;
- longueur de l'échantillon;
- affaiblissement spectral, en dB, ou affaiblissement linéique en dB/km, en fonction de la longueur d'onde ou à une ou plusieurs longueurs d'onde données, comme exigé dans la spécification particulière.

10.2 Informations à fournir sur demande

Les informations suivantes doivent être disponibles sur demande:

- méthode de mesure utilisée: A, B, C, ou D;
- type de source optique utilisée: la ou les longueurs d'onde centrales et la ou les largeurs spectrales;
- technique et condition d'injection utilisées;
- indication concernant l'utilisation de la fibre amorce;
- description de tous les équipements clés;
- pour les fibres de type B – dimensions et nombre de tours du filtre de modes ou de l'embrouilleur de modes;
- largeurs d'impulsion, la ou les plages d'échelle, et les détails de moyennage de signal;
- détails de la technique de calcul (méthode de calcul);
- toute divergence applicable par rapport à la procédure;
- date du dernier étalonnage de l'équipement de mesure.

Pour les méthodes C et D, se reporter respectivement aux conditions supplémentaires indiquées en C.5 de l'annexe C et en D.5 de l'annexe D. Cela s'applique en particulier dans l'utilisation de la méthode C pour mesurer les discontinuités ponctuelles.

11 Informations à mentionner dans la spécification

La spécification particulière doit préciser les informations suivantes:

- type de fibre (ou de câble) à mesurer;
- critères de refus ou d'acceptation à la longueur d'onde ou dans la plage de longueur d'onde;
- toute divergence applicable par rapport à la procédure;
- information à relever.

9.2 Method C

See annex C.

9.3 Method D

See annex D.

10 Results

10.1 Information available with each measurement

Report the following information with each measurement:

- date and title of measurement;
- identification of specimen;
- optical source wavelength;
- specimen length;
- spectral attenuation, dB, or attenuation coefficient, dB/km, versus wavelength or at specific wavelength(s), as required by the detail specification.

10.2 Information available upon request

The following information shall be available upon request:

- measurement method used: A, B, C, or D;
- type of optical source used: central wavelength(s) and spectral width(s);
- launching technique and conditions used;
- indication if a dead-zone fibre was used;
- description of all key equipment;
- for type B fibres – dimensions and number of turns of the mode filter or mode scrambler;
- pulse duration(s), scale range(s), and signal-averaging details;
- details of computation technique (calculation method);
- any deviations to the procedure that were made;
- date of latest calibration of measurement equipment.

For methods C and D, see the additional requirements in C.5 of annex C and in D.5 of annex D, respectively. This particularly applies when using method C for measuring point discontinuities.

11 Specification information

The detail specification shall specify the following information:

- type of fibre (or cable) to be measured;
- failure or acceptance criteria at the wavelength or wavelength range;
- any deviations to the procedure that apply;
- information to be reported.

Annexe A (normative)

Prescriptions spécifiques à la méthode A – Fibre coupée

Cette méthode est l'application directe de la définition de l'affaiblissement où les niveaux de puissance $P_1(\lambda)$ et $P_2(\lambda)$ sont mesurés à deux points de la fibre sans modification des conditions d'entrée. $P_2(\lambda)$ est la puissance émise à la fin de la fibre et $P_1(\lambda)$ celle qui est émise près de l'entrée après coupure de la fibre. (Cela explique que cette méthode fournit la méthode de mesure de référence de l'affaiblissement.)

Le principe de la mesure ne permet pas de fournir une indication quant au comportement de l'affaiblissement le long de la fibre. Il rend également difficile la mesure des variations de l'affaiblissement sous l'effet de conditions variables. Dans certaines circonstances, la nature destructive de cette méthode est un inconvénient.

A.1 Appareillage

A.1.1 Appareillage général pour tous les types de fibre

Voir les figures A.1 et A.2 pour les schémas des montages d'essai appropriés.

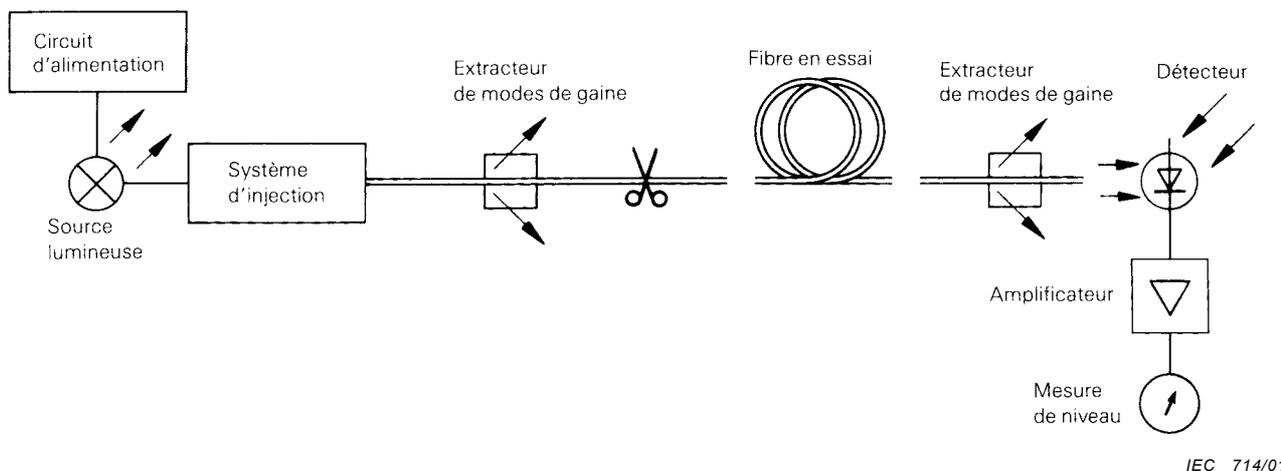


Figure A.1 – Appareillage de mesure de l'affaiblissement à une longueur d'onde spécifiée

Annex A (normative)

Requirements specific to method A – Cut-back

The cut-back technique is the only method directly derived from the definition of fibre attenuation, in which the power levels, $P_1(\lambda)$ and $P_2(\lambda)$, are measured at two points of the fibre without change of input conditions. $P_2(\lambda)$ is the power emerging from the end of the fibre, and $P_1(\lambda)$ is the power emerging from a point near the input after cutting the fibre. (This explains its wide acceptance as the reference test method for attenuation.)

This measurement principle does not permit information on the attenuation behaviour over the length of the fibre. Neither is it easy to measure the change of attenuation under changing conditions. In some situations, its destructive nature is a disadvantage.

A.1 Apparatus

A.1.1 General apparatus for all fibres

See figures A.1 and A.2 for diagrams of suitable test set-ups.

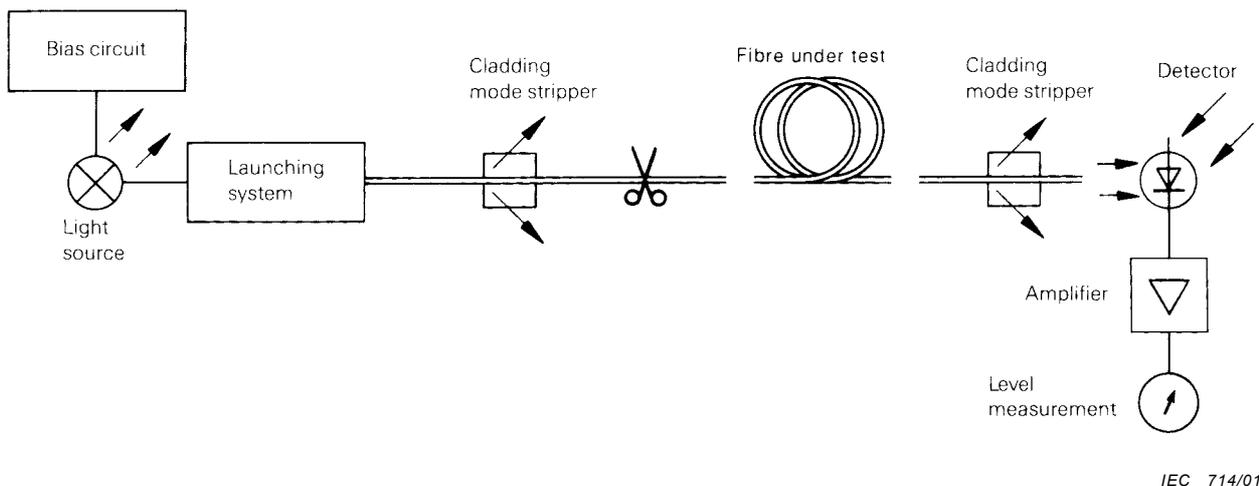


Figure A.1 – Arrangement of equipment to make loss measurement at one specified wavelength

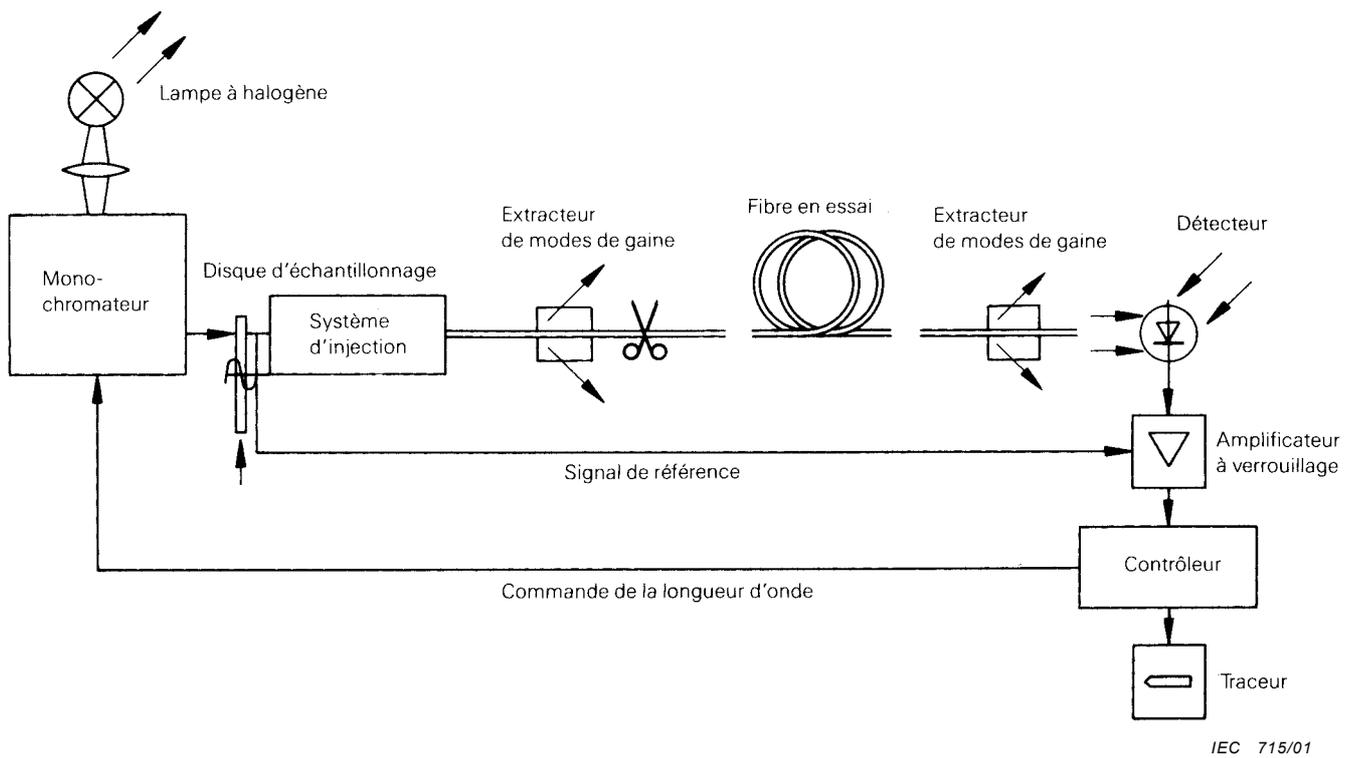


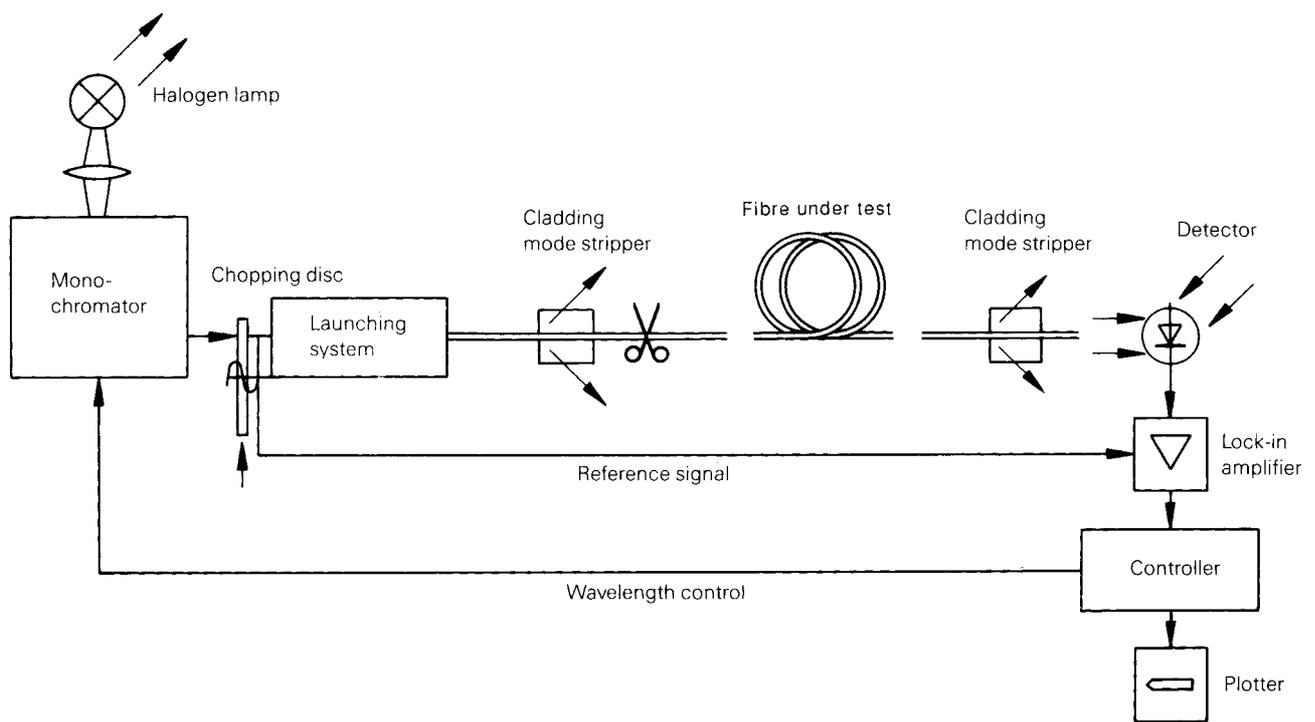
Figure A.2 – Appareillage de mesure de l'affaiblissement spectral

A.1.1.1 Montage général d'injection

La figure A.3 montre le montage général d'injection utilisé pour toutes les fibres. Voir A.1.2 à A.1.4 pour des détails supplémentaires tels qu'ils sont applicables à des catégories spécifiques de fibres unimodales et multimodales.

A.1.1.2 Source optique

Utiliser une source de rayonnement adaptée, telle que lampe, laser ou diode électroluminescente. Le choix de la source dépend du type de mesure. La source doit être stable en position, en intensité et en longueur d'onde pendant une période suffisamment longue pour terminer le processus de mesure. Spécifier la largeur de raie spectrale (entre les points à 50 % d'intensité optique de la source employée) de telle manière qu'elle soit étroite, par exemple moins de 10 nm, par rapport à toute caractéristique d'affaiblissement spectrale de la fibre. Aligner la fibre sur le cône d'injection ou la raccorder coaxialement à une fibre d'injection.



IEC 715/01

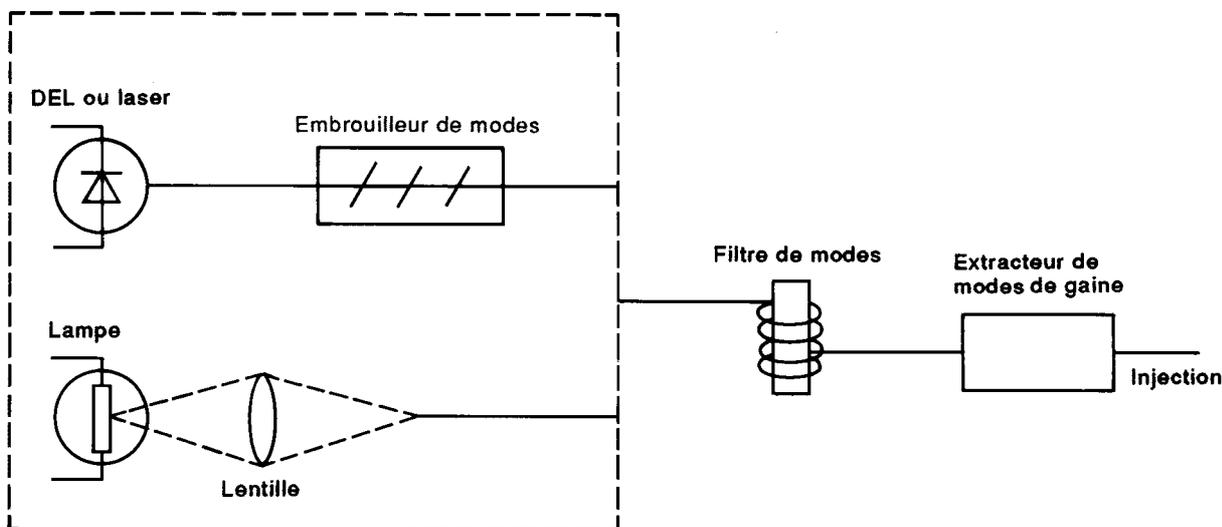
Figure A.2 – Arrangement of equipment used to obtain loss spectrum

A.1.1.1 General launch arrangement

Figure A.3 shows the general launch arrangement used for all fibres. See A.1.2 to A.1.4 for further details as they apply to specific categories of single-mode and multimode fibres.

A.1.1.2 Optical source

Use a suitable radiation source, such as a lamp, laser or light emitting diode. The choice of source depends upon the type of measurement. The source shall be stable in position, intensity and wavelength over a time period sufficiently long to complete the measurement procedure. Specify the spectral line width (between the 50 % optical intensity power points of the sources used) such that the line width is narrow, for example less than 10 nm, compared with any features of the fibre spectral attenuation. Align the fibre to the launch cone, or connect it coaxially to a launch fibre.



IEC 716/01

Figure A.3 – Montage général d'injection

A.1.1.3 Longueur d'onde de la source

Les mesures peuvent être effectuées à une ou plusieurs longueurs d'onde. En variante, une réponse spectrale peut être exigée pour toute une gamme de longueurs d'onde.

A.1.1.4 Ensemble photodétecteur

Il est nécessaire d'utiliser un moyen pour coupler la totalité de la puissance émise par la fibre à l'essai à la zone active du détecteur. Par exemple, il est possible d'utiliser un système optique de lentilles, une épissure placée à l'extrémité d'une fibre amorce, ou un couplage, directement vers le détecteur. Si le détecteur est déjà muni d'une fibre amorce, le diamètre du cœur et l'ouverture numérique de cette fibre amorce doivent être suffisamment importants pour intercepter toute la lumière émise par les fibres de référence et d'essai.

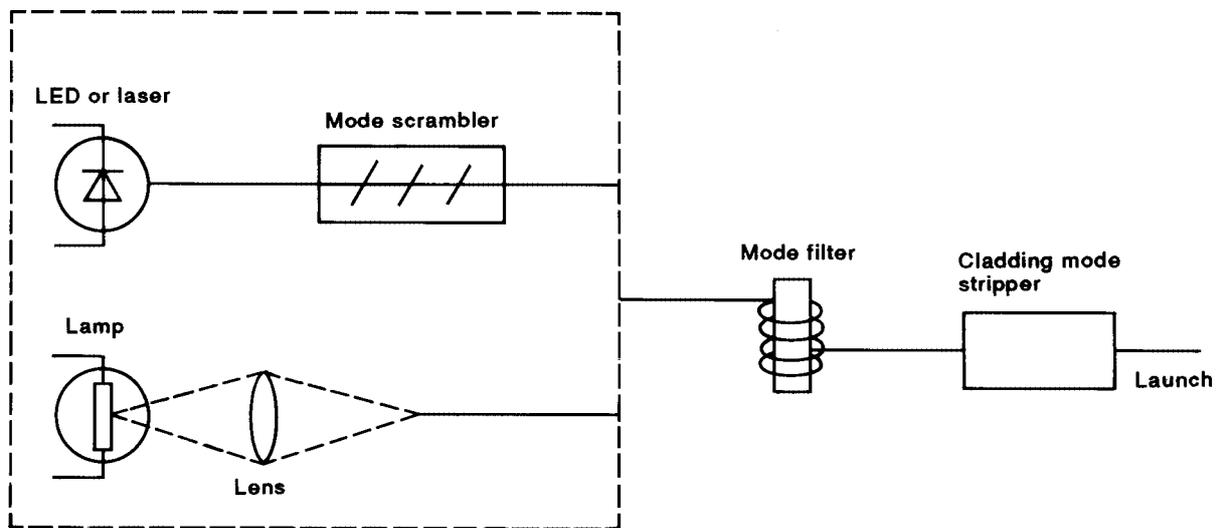
Il est nécessaire d'utiliser un détecteur optique linéaire et stable sur toute la plage d'intensités et pendant tous les temps de mesure rencontrés lors de la réalisation de cette mesure. Un système type peut comporter une photodiode en mode photovoltaïque amplifiée par un amplificateur d'entrée de courant, la détection synchrone étant assurée par un amplificateur à verrouillage.

A.1.1.5 Traitement du signal

Il est d'usage de moduler la source lumineuse afin d'améliorer le rapport signal sur bruit à la réception. Si un tel procédé est adopté, le détecteur doit être relié à un système de traitement du signal synchronisé avec la fréquence de modulation de la source. Il convient que le système de détection soit pratiquement linéaire ou ait des caractéristiques connues.

A.1.1.6 Extracteur de modes de gaine

Des techniques convenables doivent être employées pour supprimer la puissance optique se propageant dans la gaine, si cela exerce une influence notable sur le signal reçu.



IEC 716/01

Figure A.3 – General launch arrangement

A.1.1.3 Source wavelength

Measurements may be made at one or more wavelengths. Alternatively, a spectral response may be required over a range of wavelengths.

A.1.1.4 Optical detection assembly

Means shall be provided to couple all power emitted from the specimen to the active region of the detector. For example, an optical lens system, a butt spliced to a fibre pigtail, or coupling directly to the detector may be used. If the detector is already pigtailed, the pigtail fibre shall have sufficiently large core diameter and numerical aperture to capture all of the light exiting the reference and specimen fibres.

Use an optical detector that is linear and stable over the range of intensities and measurement times that are encountered in performing this measurement. A typical system might include a photovoltaic mode photodiode amplified by a current input amplifier, with synchronous detection by a lock-in amplifier.

A.1.1.5 Signal processing

It is customary to modulate the light source in order to improve the signal/noise ratio at the receiver. If such a procedure is adopted, link the detector to a signal processing system synchronous with the source modulation frequency. The detecting system should be substantially linear or have known characteristics.

A.1.1.6 Cladding mode stripper

Use suitable techniques to remove optical power propagating in the cladding where this would significantly influence the received signal.

A.1.2 Appareillage d'injection pour toutes les fibres unimodales

Un système optique de lentilles ou une fibre amorce peuvent être employés pour exciter la fibre à l'essai. La puissance couplée dans la fibre doit être stable pendant la durée de la mesure. Voir la figure A.1.

A.1.2.1 Fibre amorce

Si une fibre amorce est employée, l'utilisation d'une substance adaptatrice d'indice peut s'avérer nécessaire entre la fibre amorce source et la fibre à l'essai pour éliminer les phénomènes d'interférences.

A.1.2.2 Système optique de lentilles

Si un système optique de lentilles est utilisé, il est nécessaire de prévoir un dispositif pour maintenir, de manière stable, l'extrémité d'entrée de la fibre, par exemple, un plateau de serrage à vide. Ce support doit être monté sur un dispositif de positionnement de sorte que l'extrémité de la fibre puisse être positionnée, de façon répétitive, dans le faisceau d'entrée. Une méthode visant à réduire la dépendance du positionnement de la fibre consiste à saturer spatialement et angulairement l'extrémité de la fibre.

A.1.2.3 Filtre de modes d'ordre supérieur

Une méthode est employée pour empêcher la propagation des modes d'ordre supérieur dans la plage de longueurs d'onde concernée. Un tel filtre de modes d'ordre supérieur peut, par exemple, être représenté par une simple boucle dont le rayon est suffisamment faible pour déplacer la longueur d'onde de coupure en dessous de la longueur minimale concernée mais pas suffisamment petit pour induire des oscillations dépendant de la longueur d'onde.

A.1.2.4 Extracteur de mode de gaine

L'extracteur de modes de gaine assure qu'aucun mode de rayonnement, se propageant dans la zone de gaine, ne pourra être détecté après une courte distance sur la longueur de la fibre. L'extracteur de modes de gaine se compose le plus souvent d'une substance ayant un indice de réfraction égal ou supérieur à celui de la gaine de la fibre. Il peut s'agir d'un fluide adaptateur d'indices directement appliqué sur la fibre dénudée à proximité de ses extrémités; dans certaines conditions, le revêtement de la fibre remplira lui-même cette fonction.

A.1.3 Appareillage d'injection pour les fibres multimodales à indice A1

Les conditions d'injection présentent une importance majeure pour atteindre les objectifs définis à l'article 1. Les conditions d'injection sont déterminées pour empêcher l'injection de puissance dans des modes transitoires d'ordre supérieur. En évitant l'injection de puissance dans ces modes transitoires de la fibre à l'essai, on mesurera les affaiblissements qui s'ajoutent de façon approximativement linéaire. Etant donné que ces répartitions de puissance ne sont quasiment pas altérées par la fibre, elles sont désignées par «répartitions à l'état stable».

Deux techniques sont généralement employées pour générer des conditions d'injection stables pour la mesure de l'affaiblissement: des filtres de modes et une injection par montage optique géométrique. L'application convenable de chaque méthode permet d'obtenir des résultats comparables. La figure A.1 illustre un exemple type d'arrangement d'injection utilisant un filtre de modes. Des exemples de chaque filtre de modes se trouvent ci-dessous.

A.1.2 Launch apparatus for all single-mode fibres

An optical lens system or fibre pigtail may be employed to excite the test fibre. The power coupled into the fibre shall be stable for the duration of the measurement. See figure A.1.

A.1.2.1 Fibre pigtail

If using a pigtail, it may be necessary to use index-matching material between the source pigtail and test fibre to eliminate interference effects.

A.1.2.2 Optical lens system

If using an optical lens system, provide a means of stably supporting the input end of the fibre, such as a vacuum chuck. Mount this support on a positioning device so that the fibre end can be repeatedly positioned in the input beam. A method of making the positioning of the fibre less sensitive is to overfill the fibre end spatially and angularly.

A.1.2.3 High-order mode filter

Use a method to remove high-order propagating modes in the wavelength range of interest. An example of such a high-order mode filter is a single loop of radius sufficiently small to shift cut-off wavelength below the minimum wavelength of interest, but not so small as to induce wavelength-dependent oscillations.

A.1.2.4 Cladding mode stripper

The cladding mode stripper ensures that no radiation modes, propagating in the cladding region, will be detectable after a short distance along the fibre. The cladding mode stripper often consists of a material having a refractive index equal to or greater than that of the fibre cladding. This may be an index-matching fluid applied directly to the uncoated fibre near its ends; under some circumstances the fibre coating itself will perform this function.

A.1.3 Launch apparatus for A1 graded-index multimode fibres

The launching conditions are of paramount importance in meeting the objectives stated in clause 1. Launching conditions are established to avoid launching power into higher-order, transient modes. By not launching power into these transient modes of the test fibre, attenuations which add in an approximately linear fashion will be measured. Because these power distributions are essentially unaltered by the fibre, they are called "steady state distributions".

There are two commonly used techniques to produce steady-state launch conditions for attenuation measurements: mode filters and a geometrical optics launch. Proper care in the use of each technique gives comparable results. See figure A.1 for a generic example of the launching arrangement using a mode filter. Examples of each appear below.

A.1.3.1 Exemples de filtres de modes

A.1.3.1.1 Filtre de modes du type fibre amorce

On choisit une fibre de type similaire à celui de la fibre à l'essai. Il est recommandé que sa longueur soit suffisante (en général égale ou supérieure à 1 km) pour que la répartition de la puissance transmise par cette fibre soit à l'état stable, lorsque la source d'injection utilisée répond à A.1.3.3.

A.1.3.1.2 Filtre de modes du type enroulement sur mandrin

Un autre type de filtre de modes se présente sous la forme d'un mandrin autour duquel quelques tours (généralement trois à cinq tours) de la fibre à l'essai sont réalisés avec une faible tension. Le diamètre du mandrin est choisi de manière à assurer que les modes transitoires excités dans la fibre à l'essai ont été atténués jusqu'à obtenir un état stable. Une mesure en champ lointain doit être effectuée pour comparer la répartition de puissance émise en sortie d'une grande longueur de la fibre à l'essai (supérieure à 1 km), lorsqu'elle est excitée par une source assurant une saturation uniforme, avec la répartition de puissance émise en sortie d'une courte longueur de la fibre lorsque le mandrin est utilisé. Le diamètre du mandrin est choisi de manière à obtenir une répartition en champ lointain dans la courte longueur correspondant approximativement à la répartition en champ lointain dans la grande longueur de fibre.

L'ouverture numérique (mesurée selon la méthode de la CEI 60793-1-43) du diagramme de rayonnement émis à l'extrémité de la courte longueur doit être comprise entre 94 % et 100 % de l'ouverture numérique du diagramme correspondant à la grande longueur.

Le diamètre du mandrin peut être différent d'une fibre à l'autre, en fonction du type de fibre et du revêtement. Les conditions courantes correspondent à des diamètres de l'ordre de 15 mm à 40 mm, avec cinq tours de fibre réalisés sur une longueur de mandrin d'environ 20 mm. Bien que des mandrins de taille et de disposition différentes puissent être sélectionnés, le tableau suivant montre des tailles courantes de mandrin pour des fibres de différents diamètres de coeur.

Tableau A.1 – Exemples de taille de mandrin

Diamètre de coeur µm	Diamètre du mandrin µm
50	25
62,5	20
100	25

A.1.3.2 Injection par système d'optique géométrique

Une injection à limitation spatiale (LS) est définie comme une injection produite de manière géométrique remplissant uniformément 70 % du diamètre de coeur et 70 % de l'ouverture numérique de la fibre à l'essai. Il s'agit de la répartition de puissance géométrique maximale qui n'injecte pas de puissance dans les modes évanescents. Ainsi, dans le cas d'une fibre multimodale à gradient d'indice 50/125 µm d'ouverture numérique 0,2, les conditions d'injection LS correspondent à un diamètre de tache uniforme de 35 µm et à une ouverture numérique de 0,14.

La figure A.4 présente un exemple de montage optique nécessaire pour produire l'injection LS. Il est important de s'assurer que l'axe du faisceau d'injection coïncide avec celui de la fibre, de telle manière que la tache et le cône de lumière incidente soient centrés sur le coeur de la fibre. En outre, le système optique d'injection doit être adapté aux longueurs d'onde d'utilisation afin de permettre une mesure correcte. Bien que des mandrins de taille et de disposition différentes puissent être sélectionnés, des tailles courantes de mandrin pour des fibres de différents diamètres de coeur, sont présentées au tableau A.1.

A.1.3.1 Examples of mode filters

A.1.3.1.1 Dummy-fibre mode filter

Select a fibre of a similar type to that of the test fibre. The fibre should be long enough (typically equal to or greater than 1 km) so that the power distribution carried by the fibre, when the launch source of A.1.3.3 is used, is a steady-state distribution.

A.1.3.1.2 Mandrel-wrapped mode filter

Another mode filter takes the form of a mandrel around which a few turns (typically three to five turns) of the fibre under test are wound with low tension. Select the mandrel diameter to ensure that the transient modes excited in the test fibre have been attenuated to steady state. Use a far-field measurement to compare the power distribution exiting a long length of test fibre (greater than 1 km) that has been excited with a uniformly overfilling source, with the power distribution exiting a short length of the fibre with the mandrel applied. Select the mandrel diameter to produce a far-field distribution in the short length that approximates the long length far-field power distribution.

The numerical aperture (as measured by IEC 60793-1-43) of the radiation pattern exiting the short length shall be 94 % to 100 % of the numerical aperture of the long-length pattern.

The diameter of the mandrel may differ from fibre to fibre depending on fibre and coating type. Common prescriptions consist of diameters in the range of 15 mm to 40 mm, with five turns of fibre within a 20 mm length of the mandrel. While mandrels of different size and arrangement can be selected, the following table illustrates common mandrel sizes for fibres of different core diameters.

Table A.1– Mandrel sizes examples

Core diameter μm	Mandrel diameter μm
50	25
62,5	20
100	25

A.1.3.2 Example of geometrical optics launch

A limited phase space (LPS) launch is defined as a geometrically produced launch that uniformly fills 70 % of the test fibre's core diameter and 70 % of the test fibre's numerical aperture. This is the maximum geometrically launched power distribution that does not launch power into leaky, unbounded modes. For a 50/125 μm , 0,2 NA graded-index multimode fibre, the LPS launch condition consists of a uniform 35 μm spot and 0,14 NA.

An example of the optics necessary to produce the LPS launch is given in figure A.4. It is important to ensure that the axis of the launch beam is coincident with the axis of the fibre so that the spot and incident cone of light are centered on the core of the fibre. Also, set up the optical system at the wavelengths of operation to ensure proper measurement. While mandrels of different size and arrangement can be selected, common mandrel sizes for fibres of different core diameters, are shown in table A.1.

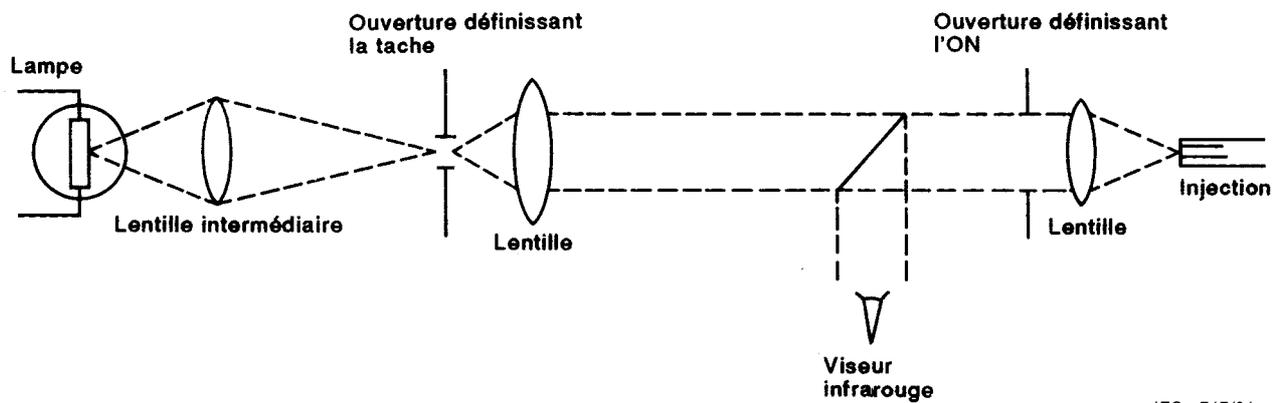


Figure A.4 – Montage optique d'injection à limitation spatiale

A.1.3.3 Embrouilleur de modes

Injecter la puissance en la répartissant de façon homogène avant le filtre de modes. Pour une source telle qu'une diode électroluminescente (DEL) ou une diode laser qui n'assure pas la fonction mentionnée ci-dessus, utiliser un embrouilleur de modes. L'embrouilleur de modes doit comporter un arrangement de fibres approprié (par exemple, une séquence de profils d'indice saut-gradient-saut).

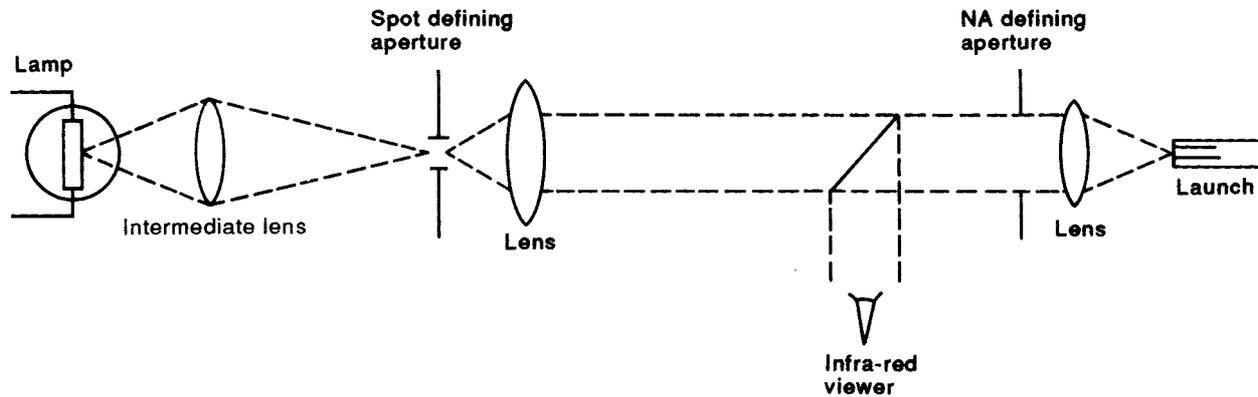
A.1.4 Appareillage d'injection pour multimodales à saut d'indice A2 à A4

Quelques exemples de conditions d'injection type pour des fibres courte distance sont donnés aux figures A.5, A.6 et A.7.

La reproductibilité des mesures d'affaiblissement des fibres à saut d'indice est critique. Donc, une description bien définie du montage d'injection est nécessaire. Un tel montage peut être obtenu en utilisant des composants optiques disponibles dans le commerce et doit être capable de pourvoir aux diamètres de tache et ON tels que donnés dans le tableau A.2.

Tableau A.2 – Conditions d'injection pour les fibres A2 à A4

Caractéristique	Catégorie de fibre		
	A2.2 (note 1) Coeur verre/gaine verre	A3 Coeur verre/gaine plastique	A4 Coeur plastique/gaine plastique
Diamètre de tache	= diamètre de coeur de la fibre	= diamètre de coeur de la fibre	= diamètre de coeur de la fibre avec pleine injection de modes (ou utiliser un embrouilleur de modes avec injection équilibrée)
Ouverture numérique	= ON maximale de la fibre (voir note 2)	= ON maximale de la fibre (voir note 3)	= ON maximale de la fibre avec pleine injection de modes (voir note 3)
NOTE 1 La fibre de catégorie A2.1 requiert une étude complémentaire.			
NOTE 2 Cette condition d'injection peut être produite en saturant un filtre de modes fait de 2 m de fibre identique à la fibre à l'essai, avec l'extracteur de modes de gaine approprié, et en utilisant la sortie de ce filtre de modes pour injecter dans la fibre à l'essai.			
NOTE 3 Cette condition d'essai peut être produite de la même manière que décrit en note 2. Toutefois, quelques types de fibre A3 et A4 n'exigeront pas l'extraction de modes de gaine pour le filtre de modes.			



IEC 717/01

Figure A.4 – Limited phase space launch optics

A.1.3.3 Mode scrambler

An essentially uniform power distribution is launched prior to the mode filter. For a source such as a LED or laser which does not do so, use a mode scrambler. The mode scrambler shall comprise a suitable fibre arrangement (for example a step-graded-step index profile sequence).

A.1.4 Launch apparatus for A2 to A4 step-index multimode fibres

Some examples of generic launching arrangements for short-distance fibres are described in figures A.5, A.6 and A.7.

The reproducibility of the attenuation measurements of step-index fibres is critical. Therefore, a well defined launching set-up description is necessary. Such a set-up can be achieved by using commercially available optical components and shall be capable of providing for spot sizes and launch NAs as given in table A.2.

Table A.2 – Launch conditions for A2 to A4 fibres

Attribute	Fibre category		
	A2.2 (note 1) Glass core/glass cladding	A3 Glass core/plastic cladding	A4 Plastic core/plastic cladding
Spot size	= fibre core size	= fibre core size	= fibre core size with full mode launch (or use mode scrambler with equilibrium mode launch)
Numerical aperture	= fibre max NA (see note 2)	= fibre max NA (see note 3)	= fibre max NA, with full mode launch (see note 3)
NOTE 1 Category A2.1 fibre requires further study.			
NOTE 2 This launch condition can be produced by overfilling a mode filter made from 2 m of fibre identical to the fibre under test, with appropriate cladding mode stripping and using the output from this mode filter to launch into the fibre under test.			
NOTE 3 This launch condition can be produced in the same manner as described in note 2. However, some types of A3 and A4 fibre will not require cladding mode stripping for the mode filter.			

A.1.5 Prescription d'étalonnage

Etalonner la longueur d'onde à ± 10 nm.

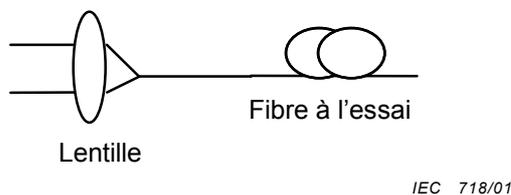


Figure A.5 – Système à lentille

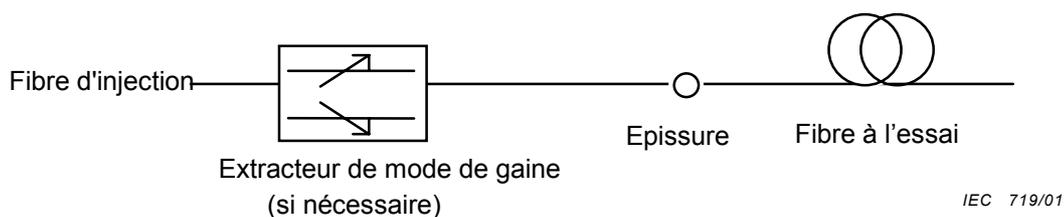


Figure A.6 – Fibre d'injection

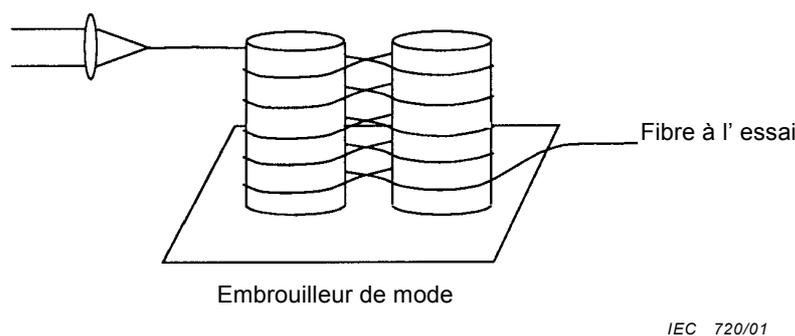


Figure A.7 – Embrouilleur de modes (pour fibre A4)

A.2 Procédure

A.2.1 Monter la fibre à l'essai sur le dispositif de mesure. Enregistrer la puissance de sortie, $P_2(\lambda)$.

A.2.2 Les conditions d'injection étant maintenues fixes, la fibre est coupée à la longueur voulue (par exemple à 2 m du point d'injection). Enregistrer la puissance de sortie, $P_1(\lambda)$, pour la longueur de la fibre coupée.

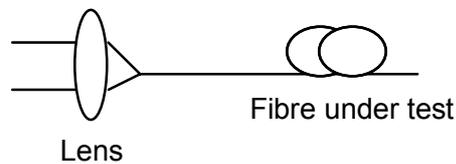
A.3 Calculs

A.3.1 L'affaiblissement entre les points où $P_1(\lambda)$ et $P_2(\lambda)$ ont été mesurées, peut être calculé en utilisant l'équation (1) indiquée en 3.1, ou l'affaiblissement linéique en utilisant l'équation (2) indiquée en 3.2, ou les deux, si nécessaire.

A.3.2 En utilisant les résultats de mesure d'affaiblissement à des longueurs d'onde discrètes, une courbe d'affaiblissement spectral peut être calculée avec des relations telles que celles décrites à l'annexe D.

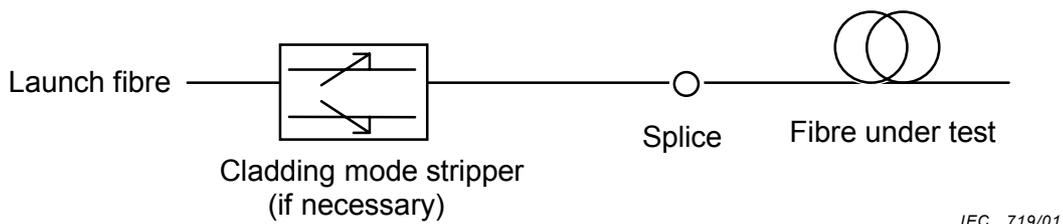
A.1.5 Calibration requirements

Calibrate the wavelength to within ± 10 nm.



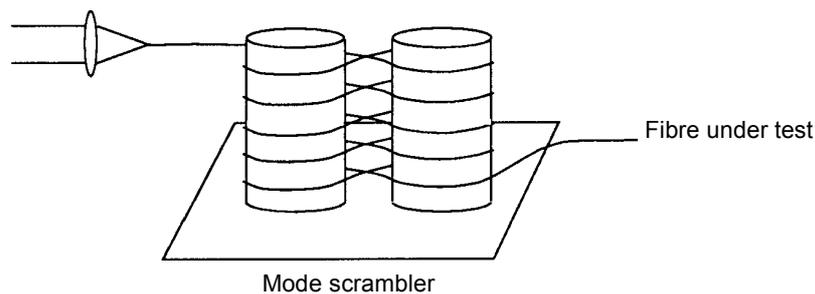
IEC 718/01

Figure A.5 – Lens system



IEC 719/01

Figure A.6 – Launch fibre



IEC 720/01

Figure A.7 – Mode scrambler (for A4 fibre)

A.2 Procedure

A.2.1 Set the fibre under test in the measurement apparatus. Record the output power, $P_2(\lambda)$.

A.2.2 Keeping the launching conditions fixed, cut the fibre to the cut-back length (for example, 2 m from the launching point). Record the output power, $P_1(\lambda)$, of the cut-back length.

A.3 Calculations

A.3.1 Calculate attenuation between the points where $P_1(\lambda)$ and $P_2(\lambda)$ have been measured, using equation (1) in 3.1, or attenuation coefficient by using equation (2) in 3.2, or both, as required.

A.3.2 Using attenuation measurement results at discrete wavelengths, a spectral attenuation curve can be calculated with relationships such as those described in annex D.

Annexe B (normative)

Prescriptions spécifiques à la méthode B – Pertes d'insertion

Cette méthode est en principe similaire à la méthode de la fibre coupée, mais $P_1(\lambda)$ est la puissance émise à la sortie du système d'injection.

La méthode des pertes d'insertion est moins précise que celle de la fibre coupée, mais a l'avantage d'être non destructive pour la fibre à l'essai et pour les terminaisons éventuellement fixées aux deux extrémités. Elle est, de ce fait, appropriée pour une utilisation sur site et principalement destinée à l'utilisation sur des longueurs de câble «connectorisé».

Cette méthode ne permet pas non plus d'analyser l'affaiblissement le long de la fibre. Mais par suite de la connaissance préalable de la puissance $P_1(\lambda)$, il est possible avec cette méthode, de mesurer de manière continue la variation de l'affaiblissement en fonction de modifications des conditions d'environnement telles que la température ou la force appliquée.

B.1 Appareillage

B.1.1 Montage général

Les figures B.1 (étalonnage) et B.2 (mesure) donnent les schémas de montage de mesure appropriés.

B.1.2 Appareillage commun à la méthode A (fibre coupée)

Voir les dispositions de A.1.1. Voir aussi l'ensemble de l'information appropriée sur les conditions d'injection en A.1.2 (pour fibre unimodale), A.1.3 (pour fibre multimodale à gradient d'indice A1), et A.1.4 (pour fibre multimodale à saut d'indice A2 à A4).

B.1.3 Appareillage supplémentaire spécifique à la méthode B (perte d'insertion)

La méthode des pertes d'insertion exige l'emploi d'un dispositif très précis de couplage fibre à fibre afin de minimiser les pertes dues au couplage et d'assurer des résultats fiables. Ce dispositif de couplage peut être un réglage mécanique contrôlé visuellement ou un connecteur à positionnement cœur à cœur.

B.2 Procédure

B.2.1 La fibre de référence doit être du même type que celle à l'essai. Les connecteurs éventuels et leurs pertes associées sont inclus dans la définition de la fibre de référence.

B.2.2 Le dispositif de mesure est initialement étalonné afin d'obtenir le niveau de référence d'entrée $P_1(\lambda)$. Il est nécessaire d'utiliser le même type de fibre comme fibre de référence pour l'étalonnage initial. Il convient que la longueur de la fibre de référence soit faible (par exemple 2 m) de façon à pouvoir négliger son affaiblissement. (Si l'affaiblissement de la fibre de référence ne peut être négligeable, ajouter la valeur à la valeur.)

B.2.3 Connecter la fibre à l'essai au dispositif de mesure et régler le couplage pour obtenir le niveau maximal sur le détecteur optique. Enregistrer la puissance de sortie $P_2(\lambda)$.

Annex B (normative)

Requirements specific to method B – Insertion loss

The insertion loss technique is, in principle, similar to the cut-back technique, but $P_1(\lambda)$ is the power emerging from the output of the launching system.

The insertion loss technique is less accurate than the cut-back one, but has the advantage of being non-destructive for the fibre under test and for the terminators possibly fixed at both ends. Therefore it is suitable for field use, and mainly intended for use with connectorized cable lengths.

This method does not allow for analysis of the attenuation over the length of fibre. But by the previously known power, $P_1(\lambda)$, it is possible with this technique to measure the continuing change in attenuation over changing environmental conditions such as temperature and force.

B.1 Apparatus

B.1.1 General set-up

Figures B.1 (calibration) and B.2 (measurement) show diagrams of suitable measurement set-ups.

B.1.2 Apparatus common to (cut-back) method A

See the provisions of A.1.1. See also all of the appropriate information on launching conditions in A.1.2 (for single-mode fibre), A.1.3 (for A1 graded-index multimode fibre), and A.1.4 (for A2 to A4 step-index multimode fibre).

B.1.3 Additional apparatus specific to (insertion-loss) method B

The insertion-loss technique requires the use of a very precise fibre-to-fibre coupling device in order to minimize the coupling losses and to ensure reliable results. This coupling device can be a mechanical adjustment that is visually inspected, or a connector with a core-to-core positioning.

B.2 Procedure

B.2.1 The reference fibre shall be of the same type as that under test. Any connectors and their associated losses are included in the definition of the reference fibre.

B.2.2 Initially calibrate the measurement equipment in order to obtain an input reference level, $P_1(\lambda)$. Use the same fibre type as a reference fibre at the initial calibration. The length of the reference fibre should be small (for example, 2 m) so that its attenuation can be neglected. (If the attenuation of the reference fibre cannot be neglected, add the value to the calculated value.)

B.2.3 Connect the fibre under test to the measurement apparatus and adjust the coupling to give a maximum level on the optical detector. Record the output power, $P_2(\lambda)$.

B.3 Calculs

Calculer l'affaiblissement selon l'équation (1) de 3.1, ou l'affaiblissement linéique selon l'équation (2) de 3.2, ou les deux, si nécessaire.

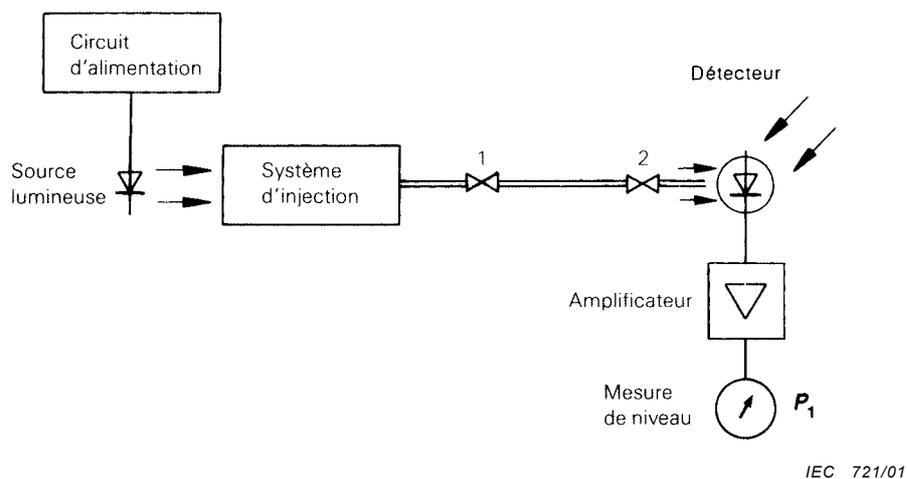


Figure B.1 – Etalonnage du dispositif de la mesure des pertes d'insertion

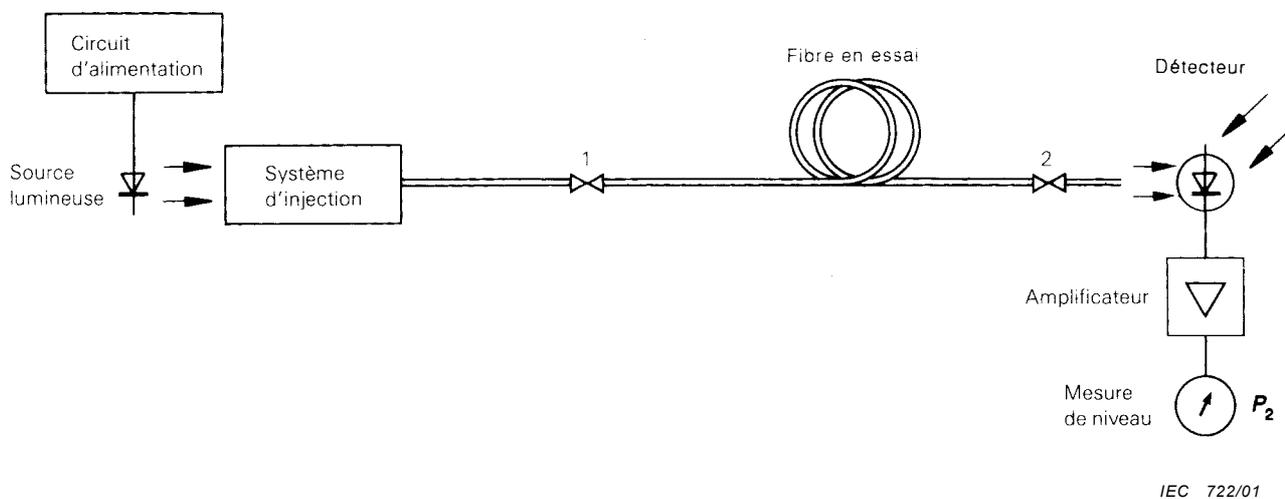


Figure B.2 – Mesure des pertes d'insertion

B.3 Calculations

Calculate attenuation by using equation (1) in 3.1, or the attenuation coefficient by using equation (2) in 3.2, or both, as required.

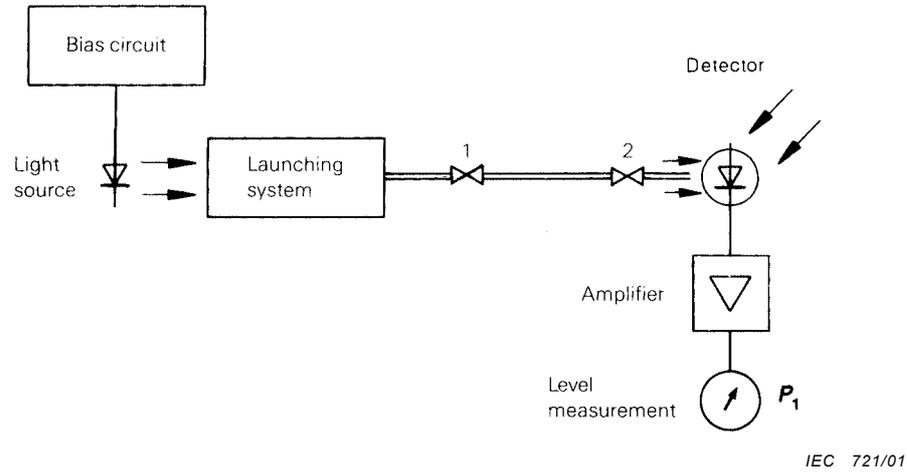


Figure B.1 – Calibration of insertion loss measurement set

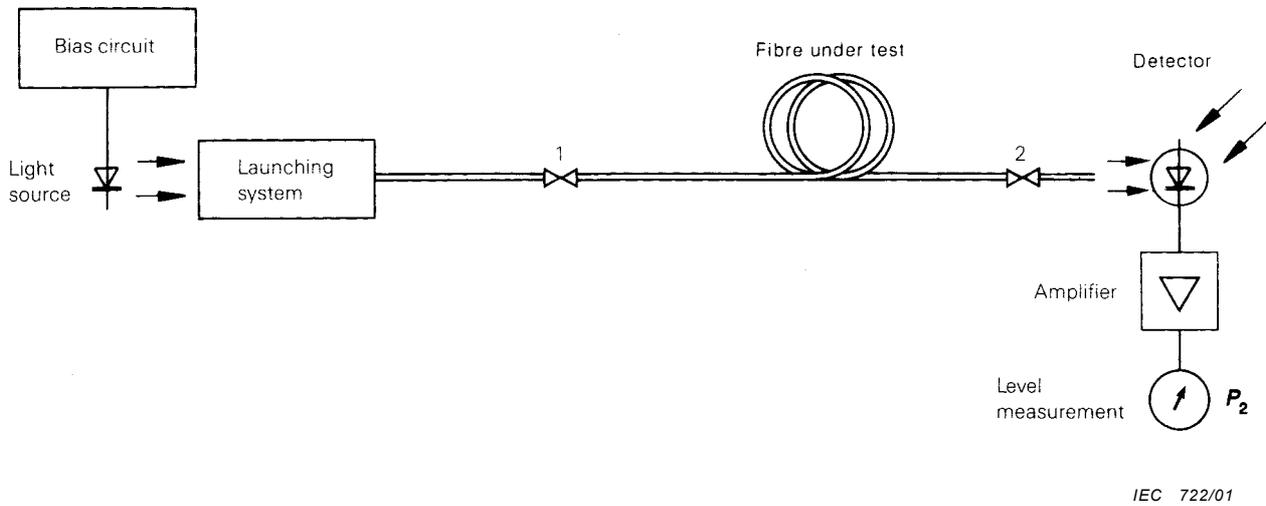


Figure B.2 – Measurement of insertion loss

Annexe C (normative)

Prescriptions spécifiques à la méthode C – Rétrodiffusion

La méthode de rétrodiffusion, qui est une mesure par un seul côté, mesure la puissance optique qui est rétrodiffusée vers l'origine de la fibre à partir des différents points de celle-ci.

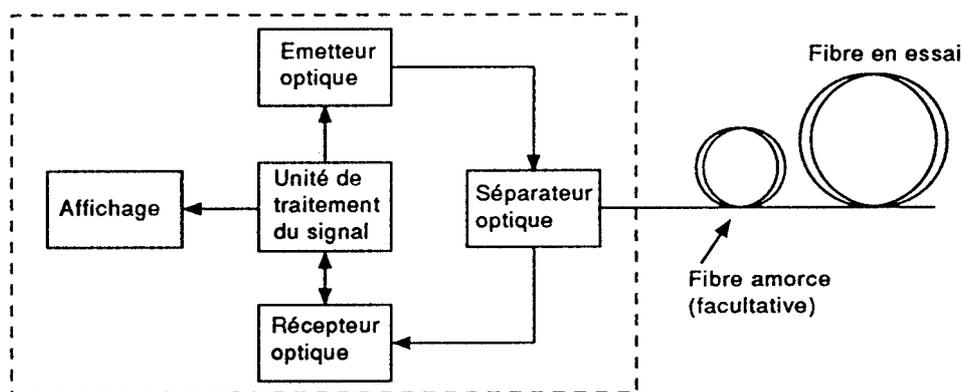
La mesure est influencée par la vitesse de propagation dans la fibre et par le comportement en rétrodiffusion de cette dernière et peut ne pas être précise pour mesurer l'affaiblissement de la fibre. La méthode peut être utilisée seule pour mesurer l'affaiblissement de la fibre en prenant la rétrodiffusion depuis les deux extrémités de la fibre à l'essai et en moyennant les deux tracés de rétrodiffusion.

Cette technique permet l'analyse de la totalité de la fibre, en particulier les sous-sections longitudinales de la fibre, ou encore l'identification de points discrets tels que les épissures. Elle permet aussi de calculer la longueur de la fibre.

Des méthodes pour décrire l'uniformité de l'affaiblissement à partir de la moyenne des courbes de rétrodiffusion dans les deux directions sont à l'étude. Il est attendu qu'elles paraissent comme une spécification technique CEI.

C.1 Appareillage

Cette méthode utilise un réflectomètre optique fonctionnant dans le domaine temporel (RODT), qui doit normalement comprendre la liste minimale suivante de composants. Voir la figure C.1 pour un schéma fonctionnel.



IEC 723/01

Figure C.1 – Schéma fonctionnel d'un RODT

C.1.1 Emetteur optique

Il comporte habituellement une (ou plusieurs) source composée d'une diode laser pulsée capable de générer une ou plusieurs largeurs d'impulsions et une ou plusieurs fréquences de répétition d'impulsions. Sauf indication contraire précisée dans la spécification particulière, le spectre pour chaque longueur d'onde doit satisfaire à ce qui suit.

C.1.1.1 La longueur d'onde centrale doit se trouver à moins de 15 nm de la valeur spécifiée; indiquer la différence entre la longueur d'onde centrale et la valeur spécifiée, si elle excède 10 nm.

Annex C (normative)

Requirements specific to method C – Backscattering

The backscattering method, which is a single-sided measurement, measures the optical power backscattered from different points in the fibre to the beginning of the fibre.

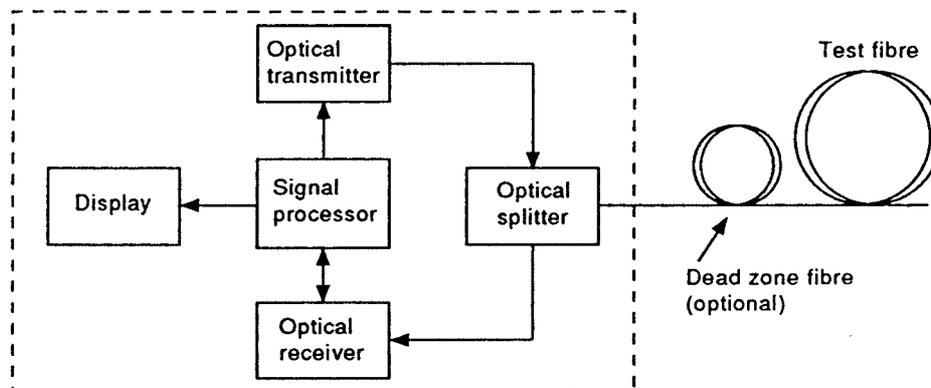
The measurement is affected by the propagation speed and the backscattering behaviour of the fibre and may not be accurate for measuring fibre attenuation. The technique can only be used to measure the fibre's attenuation by taking the backscatter measurements from both ends of the fibre under test and averaging the two backscatter traces.

This technique allows analysis of the entire fibre, particularly of longitudinal subsections of the fibre, or even identification of discrete points such as splices. It also permits calculation of the fibre length.

Methods to describe the uniformity of attenuation from the bi-directionally averaged backscattered traces are under consideration. It is expected that they will appear as an IEC technical specification.

C.1 Apparatus

This method uses an optical time-domain reflectometer (OTDR), which shall normally consist of the following minimum list of components. See figure C.1 for a block diagram.



IEC 723/01

Figure C.1 – Block diagram of an OTDR

C.1.1 Optical transmitter

This usually includes one or more pulsed laser diode sources capable of one or more pulse durations and pulse repetition rates. Unless otherwise specified in the detail specification, the spectrum for each wavelength shall satisfy the following.

C.1.1.1 The central wavelength shall lie within 15 nm of the specified value; report the difference between the central wavelength and the specified value if it is greater than 10 nm.

C.1.1.2 La largeur quadratique moyenne (LQM) ne doit pas excéder 10 nm, et la largeur d'impulsion à mi-hauteur (LMH) ne doit pas excéder 25 nm.

C.1.1.3 Si les données sont à utiliser dans un modèle d'affaiblissement spectral:

- la largeur spectrale ne doit pas excéder 15 nm (LMH) ou 6 nm (LQM) pour les longueurs d'onde dans la région des pics d'absorption de l'eau (soit 1 360 nm à 1 430 nm);
- relever la longueur d'onde centrale réelle à 2 nm près de la valeur réelle.

C.1.2 Conditions d'injection

Fournir un moyen pour connecter la fibre à l'essai (ou la fibre amorce facultative de C.1.9) au panneau de l'instrument ou à une fibre amorce à partir de la source.

Pour la fibre de type A, les sources optiques peuvent ne pas produire des conditions d'injection qui sont bien contrôlées ou appropriées à cette méthode de mesure. Donc, sauf indication contraire dans la spécification particulière, les conditions d'injection pour les mesures d'affaiblissement doivent être celles utilisées dans les mesures d'affaiblissement par fibre coupée (méthode A).

C.1.3 Séparateur optique

Un coupleur/séparateur installé dans l'instrument permet de diriger la puissance émise par l'émetteur vers la fibre. Ce dispositif dirige également la lumière retournant dans la fibre en sens inverse vers le récepteur.

C.1.4 Récepteur optique

Le récepteur optique comporte habituellement un détecteur à photodiode dont la largeur de bande, la sensibilité, la linéarité et la gamme dynamique sont compatibles avec les largeurs d'impulsions utilisées et les niveaux des signaux reçus.

C.1.5 Durée d'impulsion et fréquence de répétition

Le RODT peut offrir un choix de plusieurs durées d'impulsions et fréquences de répétition (parfois couplées avec la commande de distance) afin de trouver un compromis optimal entre résolution et portée. En présence d'une réflexion d'amplitude importante, le réglage de la fréquence de répétition ou de la portée à une valeur supérieure au double de la distance au point de réflexion peut s'avérer nécessaire pour éviter la génération d'images «fantômes» parasites. Il est également possible d'employer des techniques de codage d'impulsions.

NOTE Il convient de prendre des précautions lors de la sélection de la durée d'impulsion, de la fréquence de répétition des impulsions et de la puissance de la source. Pour ce qui concerne la mesure de longueurs peu importantes, des largeurs d'impulsions réduites sont nécessaires pour garantir la résolution adéquate. Cela affectera, à son tour, la dynamique de mesure et la longueur maximale mesurable. Pour les mesures sur grandes longueurs, la dynamique de mesure peut alors être accrue en augmentant la puissance optique de crête jusqu'à un niveau au-dessous duquel les effets non linéaires sont insignifiants. Autrement, la largeur d'impulsion peut être augmentée, ce qui réduira la résolution des mesures.

C.1.6 Dispositif de traitement du signal

Lorsque cela est prescrit, le rapport signal/bruit peut être augmenté par l'utilisation d'un moyennage du signal sur un temps de mesure plus long.

C.1.7 Affichage

Il est incorporé dans le RODT et fait partie de l'équipement contrôlant le RODT. Le signal RODT est affiché sous forme graphique avec l'échelle verticale graduée en décibels et l'horizontale en distance. L'échelle verticale en décibels doit correspondre à la moitié de l'aller et retour des pertes en rétrodiffusion. L'échelle horizontale doit correspondre à la moitié du temps de propagation de groupe aller et retour associé, converti en distance. Des outils, tels que des curseurs, peuvent être employés pour mesurer manuellement et automatiquement, tout ou partie de la trace RODT sur l'affichage.

C.1.1.2 The root-mean-squared width (RMSW) shall not exceed 10 nm, or the full width at half maximum (FWHM) shall not exceed 25 nm.

C.1.1.3 If the data are to be used in a spectral attenuation model:

- the spectral width shall not exceed 15 nm (FWHM) or 6 nm (RMS) for wavelengths in the water peak absorption region (e.g., 1 360 nm to 1 430 nm);
- report the actual central wavelength to within 2 nm of the actual value.

C.1.2 Launch conditions

Provide a means for connecting the test fibre (or the optional dead-zone fibre of C.1.9) to the instrument panel, or to a fibre pigtail from the source.

For type A fibre, optical sources may not produce launch conditions that are well controlled or appropriate to this measurement method. Therefore, unless otherwise specified in the detail specification, launch conditions for attenuation measurements shall be those used in cut-back attenuation measurements (method A).

C.1.3 Optical splitter

A coupler/splitter within the instrument directs the power from the transmitter into the fibre. It also directs light returning in the fibre from the opposite direction to the receiver.

C.1.4 Optical receiver

This usually includes a photodiode detector having a bandwidth, sensitivity, linearity, and dynamic range compatible with the pulse durations used and signal levels received.

C.1.5 Pulse duration and repetition rate

The OTDR may be provided a choice of several pulse durations and repetition rates (sometimes coupled to the distance control) to optimize the trade-off between resolution and range. With a high amplitude reflection, it may be necessary to set the rate or range to a value exceeding twice the distance of the reflection in order to prevent spurious 'ghost' images. Pulse coding techniques may also be used.

NOTE Care should be taken when selecting the pulse duration, repetition rate, and source power. For shorter distance measurements, short pulse durations are necessary in order to provide adequate resolution. This in turn will limit dynamic range and maximum measurable length. For long length measurements, the dynamic range can be increased by increasing the peak optical power up to a level below which non-linear effects are insignificant. Alternatively, pulse width can be increased, which will reduce the resolution of the measurements.

C.1.6 Signal processor

If required, the signal-to-noise level may be increased by the use of signal averaging over a longer measurement time.

C.1.7 Display

This is incorporated into the OTDR and is part of the equipment controlling the OTDR. The OTDR signal is displayed in a graphical form with the vertical scale as decibels and the horizontal scale as distance. The vertical decibel scale shall correspond to half the round-trip of the backscatter loss. The horizontal scale shall correspond to half the associated optical group delay, converted to distance. Tools such as cursors may be used to manually or automatically measure all or part of the OTDR trace on the display.

C.1.8 Interface de données (facultative)

L'instrument peut être conçu pour être relié à un ordinateur pour l'analyse automatique du signal ou pour fournir une copie sur papier du tracé sur l'affichage.

C.1.9 Contrôleur de réflexion (facultatif)

Des moyens, permettant de minimiser la saturation transitoire du récepteur due à de fortes réflexions de Fresnel, peuvent être requis pour réduire la longueur de la «zone morte» de la fibre suivant chaque réflexion. Cela peut être réalisé en les incorporant dans le dispositif de coupleur/séparateur ou par masquage électronique. Pour supprimer la première réflexion au niveau du connecteur du RODT, il est possible d'utiliser une fibre amorce masquée (présentant une longueur en mètres numériquement supérieure à un dixième de la durée de l'impulsion en nanosecondes) entre le connecteur du RODT et l'échantillon à l'essai.

C.1.10 Epissures et connecteurs

Sauf indication contraire dans la présente procédure, les épissures et les connecteurs éventuellement requis par le RODT (par exemple, pour relier le RODT ou la fibre amorce à la fibre à l'essai) doivent présenter une faible perte d'insertion et un faible facteur de réflexion (affaiblissement de réflexion élevé). Ces conditions sont requises pour minimiser les influences externes sur la courbe de rétrodiffusion RODT.

C.2 Echantillonnage et échantillon à l'essai

C'est une fibre enroulée autour d'une bobine ou contenue dans un câble, ou suivant les conditions indiquées dans la spécification particulière. La mesure peut être effectuée en usine ou sur site, sur des sections séparées ou reliées entre elles.

NOTE Il convient de prendre des précautions afin que la tension d'enroulement de la fibre n'introduise pas d'affaiblissement artificiel pour les défauts ponctuels ou les mesures d'affaiblissement. En variante, des pertes induites confinées aux extrémités de la longueur de fibre (comme pour la première couche sur un touret) peuvent être exclues dans le calcul du coefficient d'affaiblissement.

C.3 Procédure

L'utilisation d'un RODT pour la mesure indirecte de l'affaiblissement ou de l'affaiblissement linéique d'une fibre optique ou d'un câble à fibres optiques est décrit ci-dessous.

Pour les fibres optiques de type A1 et A2, il est possible d'obtenir des valeurs plus précises en effectuant des mesures de l'affaiblissement spectral par la méthode de la fibre coupée. Si les valeurs obtenues à partir de ces deux méthodes sont différentes les unes des autres, les valeurs obtenues par la dernière méthode décrite seront considérées comme correctes, sauf indication contraire dans la spécification particulière.

Pour les fibres optiques de type B1 et B2, en exécutant ces mesures à de multiples longueurs d'onde, il est possible d'obtenir une courbe d'affaiblissement spectral, en utilisant les relations telles que celles décrites dans la méthode D (voir annexe D).

C.3.1 Connecter l'échantillon à l'essai à l'instrument ou à une extrémité de la fibre amorce (si celle-ci est utilisée). Connecter l'autre extrémité de la fibre amorce (si celle-ci est utilisée) à l'instrument.

C.3.2 Si l'affaiblissement linéique et des distances précises doivent être enregistrées, l'indice effectif de propagation de groupe de la fibre à mesurer est exigé. Si cette valeur n'est pas connue, appliquer la procédure pour la mesure par RODT de la longueur des fibres ou des câbles (méthode B de la CEI 60793-1-22) pour la déterminer.

C.1.8 Data interface (optional)

The instrument may be capable of interfacing with a computer for automatic analysis of the signal or for providing a hard copy of the display trace.

C.1.9 Reflection controller (optional)

Means of minimizing transient saturation of the receiver due to high Fresnel reflections may be required to reduce the length of fibre "dead zone" following each reflector. This can be incorporated into the coupler/splitter, or may be done by electronic masking. To overcome the initial reflection at the OTDR connector, a dead-zone fibre (with a length in metres numerically exceeding one-tenth the displayed pulse duration in nanoseconds) may be used between the OTDR connector and the specimen.

C.1.10 Splices and connectors

Unless otherwise indicated in this procedure, any splices or connectors required by the OTDR (e.g., to join the OTDR or the dead-zone fibre to the test fibre) shall have low insertion loss and reflectance (high return loss). This is to minimize extraneous effects upon the OTDR trace of interest.

C.2 Sampling and specimens

This is a fibre on a reel or within a cable, under conditions specified in the detail specification. The measurement may be performed in the factory or in the field, upon either single or concatenated sections.

NOTE Care should be taken to ensure that winding does not introduce artificial attenuation for point discontinuity or attenuation measurements. Alternatively, any induced loss confined to the ends of the fibre length (as with the first layer on a reel) can be excluded in a calculation of the attenuation coefficient.

C.3 Procedure

The use of an OTDR for indirect measurement of attenuation or fibre attenuation coefficient of an optical fibre or fibre cable is described below.

For type A1 and A2 optical fibres, more accurate values may be obtained by using spectral attenuation cut-back measurements. If the values obtained by these two techniques differ from each other, the values from the cut-back technique will be accepted as correct, unless otherwise specified in the detail specification.

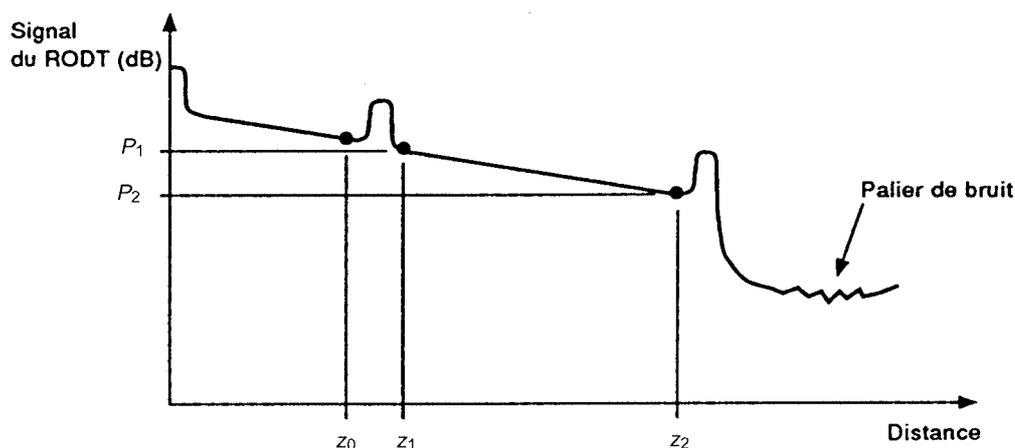
For type B1 and B2 optical fibres, by performing these measurements at multiple wavelengths, a spectral attenuation curve can be generated using relationships such as those described in method D (see annex D).

C.3.1 Connect the specimen either to the instrument or to one end of the dead-zone fibre (if used). Connect the other end of the dead-zone fibre (if used) to the instrument.

C.3.2 If the attenuation coefficient and accurate distances are to be recorded, the effective group-delay index of the specimen is required. If this value is not known, use the procedure for the OTDR measurement of fibre or cable length (method B of IEC 60793-1-22) to determine it.

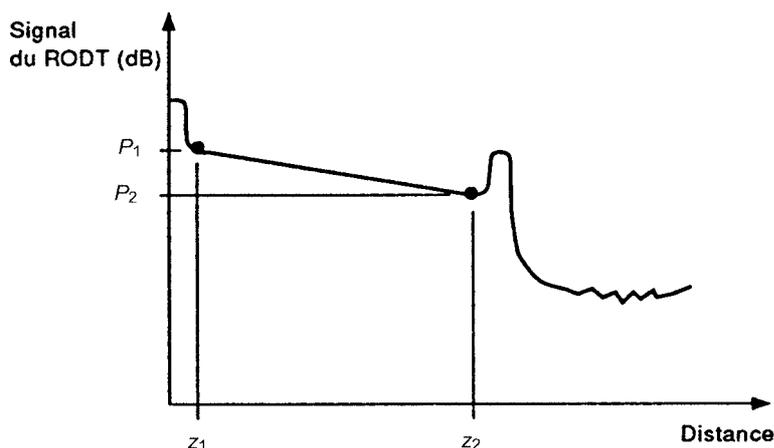
C.3.3 Introduire les paramètres du RODT, tels que la longueur d'onde de la source, la durée d'impulsion, la plage de longueurs, ainsi que le moyennage du signal dans l'instrument ainsi que l'indice de propagation de groupe effectif de l'échantillon à l'essai (si celui-ci est prescrit par C.3.2). Les valeurs de certains de ces paramètres peuvent être présélectionnées dans l'instrument.

C.3.4 Ajuster l'instrument de manière à faire apparaître un signal de rétrodiffusion en provenance de l'échantillon à l'essai. Il peut être avantageux de commencer par un réglage grossier de l'échelle en vertical et en horizontal pour maximaliser la longueur affichée. Les figures C.2 et C.3 donnent des exemples pour l'utilisation en mesures d'affaiblissement, et les figures C.4 et C.5 sont des exemples de courbes pour l'utilisation en mesure sur discontinuités ponctuelles.



IEC 724/01

Figure C.2 – Représentation schématique du tracé, sur un RODT, relatif à un échantillon à l'essai «homogène» précédé d'une fibre amorce



IEC 725/01

Figure C.3 – Représentation schématique du tracé, sur un RODT, relatif à un échantillon à l'essai «homogène» non précédé d'une fibre amorce

C.3.3 Enter OTDR parameters such as source wavelength, pulse duration, length range, and signal averaging into the instrument, along with the specimen's effective group-delay index (if required by C.3.2). The values of some of these parameters may be preset in the instrument.

C.3.4 Adjust the instrument to display a backscatter signal from the specimen. It may be advantageous to begin with coarse vertical and horizontal scaling to maximize the length displayed. Figures C.2 and C.3 give examples for use with measuring attenuation and figures C.4 and C.5 are example schematics for use with measuring point discontinuities.

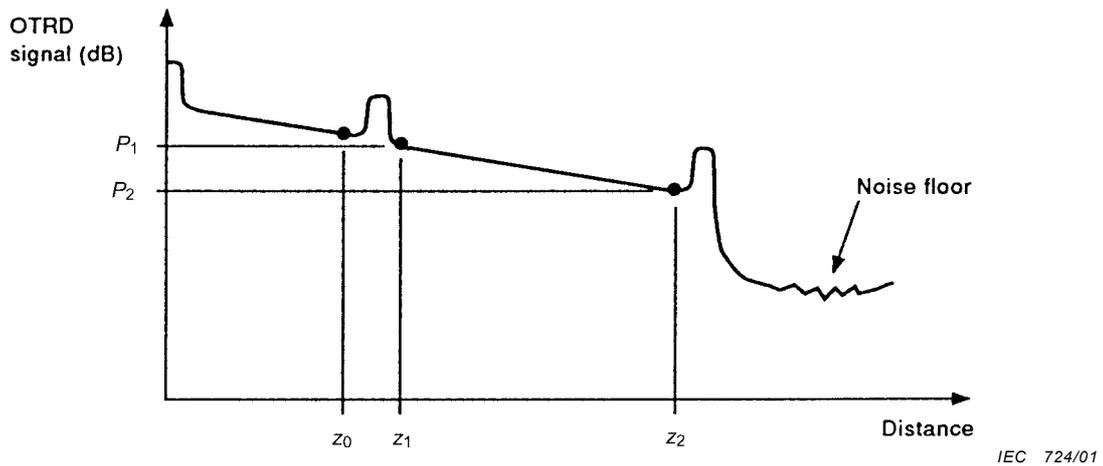


Figure C.2 – Schematic OTDR trace for a "uniform" specimen preceded by a dead-zone fibre

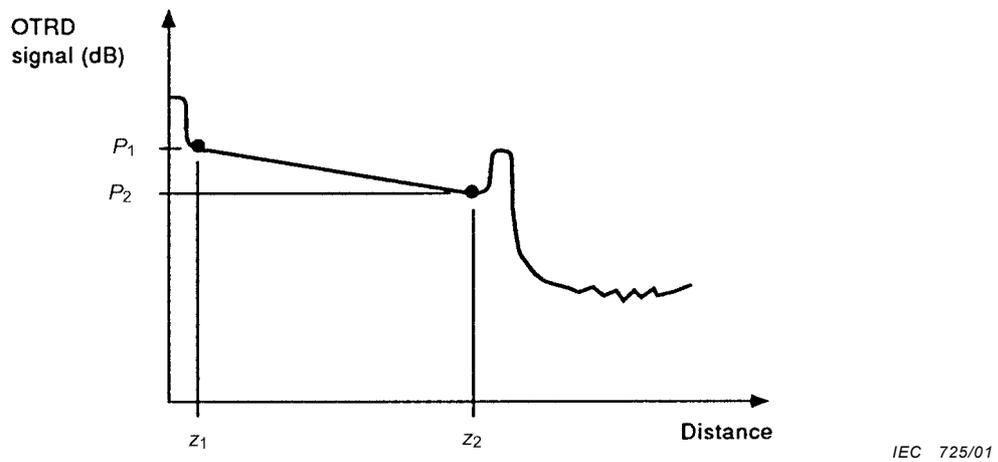


Figure C.3 – Schematic OTDR trace for a "uniform" specimen not preceded by a dead-zone fibre

C.3.5 Etapes supplémentaires pour les mesures d'affaiblissement

C.3.5.1 Etape 1

Si une résolution accrue est nécessaire, régler, si possible, l'afficheur graphique pour dilater la section intéressante sur une échelle plus grande (en prenant des précautions pour s'assurer que la lecture du signal vrai soit bien distincte du bruit).

C.3.5.1.1 (En option avec C.4.3) Si une fibre amorce est utilisée, se reporter à la figure C.2. Placer un curseur au début de la trace correspondant à l'échantillon à l'essai avant toute chute de puissance (opération qui peut s'avérer difficile à effectuer), ou en un point (qui peut être spécifié par le fabricant) sur le front montant de l'impulsion de réflexion. (Si le début de la trace n'apparaît pas en raison d'une discontinuité minimale, appliquer une courbure serrée en cet endroit et faire varier le rayon pour aider au placement du curseur.) Déterminer la coordonnée z_0 de la distance par l'intermédiaire de l'affichage alphanumérique. Si une fibre amorce n'est pas utilisée, aucun placement de curseur n'est requis; prendre $z_0 = 0$.

C.3.5.1.2 Placer un curseur au début de la portion linéaire (après l'extrémité proche) de la trace relative à l'échantillon à l'essai. Si la fibre amorce est utilisée (figure C.2), placer le curseur au-delà du recouvrement de la légère réflexion à l'extrémité de la fibre amorce. Si la fibre amorce n'est pas utilisée (figure C.3), placer le curseur au-delà de la zone morte après le connecteur du RODT. Déterminer les coordonnées relatives à la distance et à la puissance $[z_1, P_1(\lambda)]$, par l'intermédiaire de l'afficheur alphanumérique.

C.3.5.1.3 Placer le même curseur ou un autre curseur à la fin de la trace correspondant à l'échantillon à l'essai en un point similaire à celui indiqué en C.3.5.1.1. Si la fin de la trace n'apparaît pas en raison d'une discontinuité minimale, appliquer une courbure serrée en cet endroit et faire varier le rayon pour aider au placement du curseur. Autrement, fracturer l'extrémité distante de la fibre, si possible, pour générer une réflexion en ce point. Déterminer les coordonnées $[z_2, P_2(\lambda)]$.

C.3.5.1.4 Répéter les essais appropriés de C.3 à chaque longueur d'onde prescrite.

C.3.5.2 Etape 2

Répéter l'essai pour un signal injecté dans l'échantillon à l'essai dans la direction opposée. Pour obtenir des valeurs précises d'affaiblissement, les traces bidirectionnelles à la même longueur d'onde sont moyennées, de façon à éliminer les effets de variation suivant la longueur des propriétés de rétrodiffusion.

C.3.6 Etapes suivantes pour la mesure des discontinuités ponctuelles

C.3.6.1 Examiner le signal du RODT sur toute la longueur de l'échantillon à l'essai pour toutes les discontinuités ponctuelles tels que définis en 3.4. Si une résolution accrue est nécessaire, régler, si possible, l'afficheur graphique pour dilater la section intéressante sur une échelle plus grande (en prenant des précautions pour s'assurer que la lecture du signal vrai soit bien distincte du bruit). Un exemple est illustré à la figure C.5.

C.3.6.2 Pour déterminer l'existence d'une discontinuité ponctuelle (plutôt qu'une situation de non-homogénéité de l'affaiblissement), observer la zone en question en utilisant deux durées d'impulsion différentes. Si la forme de la perte ou du gain varie en fonction de la durée d'impulsion, l'anomalie est une discontinuité ponctuelle. Si la forme ne varie pas, l'anomalie est considérée comme une non-homogénéité de l'affaiblissement qui doit être mesurée conformément à la procédure d'essai relative à la mesure de l'affaiblissement d'une fibre ou d'un câble. En variante, si la forme et la durée d'impulsion RODT sont connues, il est possible d'utiliser la forme résultante de la courbe de rétrodiffusion aux discontinuités ponctuelles pour déterminer leur existence.

C.3.5 Further steps for measuring attenuation

C.3.5.1 Step 1

If increased resolution is needed, adjust the graphical display, if possible, to expand the section of interest to a larger scale (exercising care to ensure that proper readings of the true signal can still be distinguished from the noise points).

C.3.5.1.1 (Also optional with C.4.3) If using a dead-zone fibre, refer to figure C.2. Place a cursor at the beginning of the specimen prior to any power drop-off (which may be difficult to do), or at a point (which may be specified by the manufacturer) on the rising edge of the reflection pulse. (If the beginning is not apparent due to a minimal discontinuity, apply a tight bend at this location and vary the radius to assist in cursor placement.) Obtain the distance coordinate, z_0 , via the alphanumeric display. If a dead-zone fibre is not used, no cursor placement is required; take $z_0 = 0$.

C.3.5.1.2 Place a cursor on the beginning of the linear portion (after the near end) of the trace for the specimen. If using the dead-zone fibre (figure C.2), place the cursor beyond the recovery from the small reflection at the end of the dead-zone fibre. If not using the dead-zone fibre (figure C.3), place the cursor beyond the dead-zone of the OTDR connector. Obtain the distance and power coordinates, $[z_1, P_1(\lambda)]$, via the alphanumeric display.

C.3.5.1.3 Place the same or another cursor at the end of the specimen at a point similar to that in C.3.5.1.1. If the end is not apparent due to minimal discontinuity, apply a tight bend at this location and vary the radius to assist in cursor placement. Alternatively, cleave the fibre far end, if possible, to produce a reflection there. Obtain the coordinates, $[z_2, P_2(\lambda)]$.

C.3.5.1.4 Repeat the relevant tests of C.3 at each wavelength required.

C.3.5.2 Step 2

Repeat the measurement for a signal launched into the specimen in the opposite direction. To obtain accurate attenuation values, bi-directional traces at the same wavelength are averaged, so as to eliminate the effects of length varying backscatter properties.

C.3.6 Further steps for measuring point discontinuities

C.3.6.1 Examine the OTDR signal along the specimen for point discontinuities as defined in 3.4. If increased resolution is needed, adjust the graphical display, if possible, to expand the section of interest to a larger scale (exercising care to ensure that proper readings of the true signal can still be distinguished from the noise points). See figure C.5 for an example.

C.3.6.2 To determine that a point discontinuity (rather than an attenuation non-uniformity situation) exists, observe the area in question, using two different pulse durations. If the shape of the loss or gain changes with the pulse duration, the anomaly is a point discontinuity. If the shape does not change, consider the anomaly to be an attenuation non-uniformity to be measured according to the test procedure for measurement of fibre or cable attenuation. Alternatively, if the OTDR pulse shape and duration are known, the resultant shape of the backscatter curve at point discontinuities may be used to determine their existence.

C.3.6.3 Relever toute déviation de discontinuité ponctuelle qui dépasse les valeurs indiquées dans la spécification particulière. Décrire la nature de ces discontinuités (par exemple: perte ou gain apparent, réflexion, durée, etc.), conformément aux prescriptions de la spécification particulière.

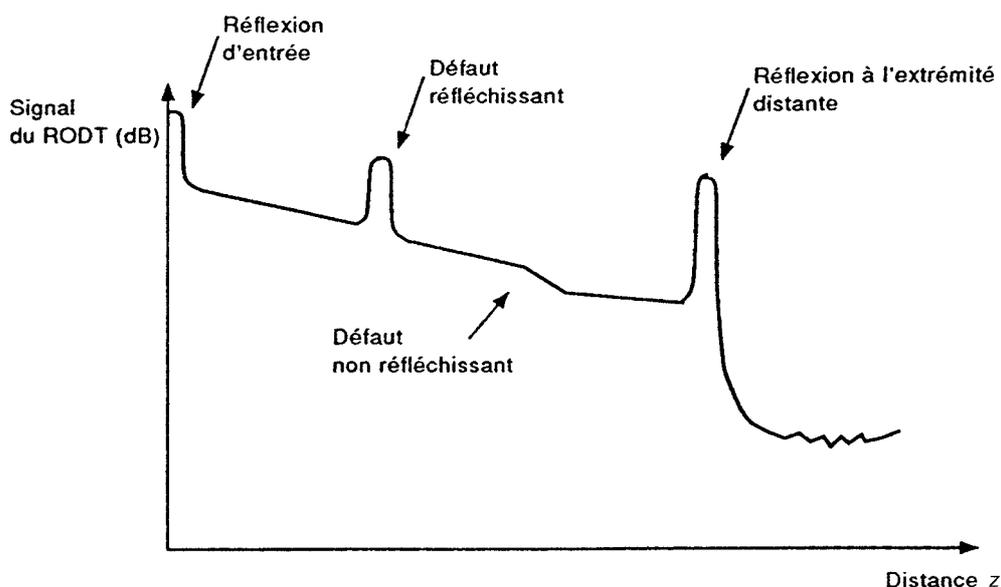
C.3.6.3.1 Déterminer l'emplacement de la discontinuité, si cela est prescrit, en plaçant un curseur au début d'une augmentation ou d'une chute de puissance (ou en un autre point spécifié par le fabricant du RODT). Cette opération peut être difficile à réaliser au niveau d'une chute de puissance. Déterminer la coordonnée par l'intermédiaire de l'afficheur alpha-numérique.

C.3.6.3.2 Déterminer, si cela est prescrit, la perte apparente ou le gain apparent de la discontinuité par la méthode spécifiée par le fabricant du RODT. Certains instruments nécessitent le positionnement d'une paire de curseurs de part et d'autre de la discontinuité. Les deux droites les mieux ajustées (obtenues par une méthode à deux points ou par une méthode de moindres carrés) sont extrapolées à l'emplacement de la discontinuité. Si la méthode d'ajustement linéaire est disponible, il convient de la choisir. La séparation verticale des lignes donne la perte apparente ou le gain apparent.

Noter tout pic de réflexion. La hauteur d'un pic donné décroît avec l'accroissement de largeur d'impulsion et croît avec la décroissance de celle-ci.

C.3.6.3.3 Répéter l'essai pour un signal injecté dans l'échantillon à l'essai dans le sens opposé. Un calcul de la perte (et la suppression du gain apparent) est effectué en établissant la moyenne des lectures dans les deux sens, effectuées à la même longueur d'onde. Cela élimine les effets d'une éventuelle différence de rétrodiffusion des sections de fibres de part et d'autre de la discontinuité. Il est possible que les mesures dans les deux sens ne soient pas réalisables dans tous les cas; il convient alors d'effectuer une mesure unidirectionnelle.

C.3.6.3.4 Si cela est prescrit par la spécification particulière, répéter l'essai à une autre longueur d'onde.



IEC 726/01

Figure C.4 – Représentation schématique du tracé d'un RODT illustrant des pertes apparentes dues à des discontinuités ponctuelles, l'une réfléchissante, l'autre non réfléchissante

C.3.6.3 Report any point discontinuity deviations that exceed the values specified in the detail specification. Describe the nature of these discontinuities (e.g. apparent loss or gain, reflection, duration, etc.), as required by the detail specification.

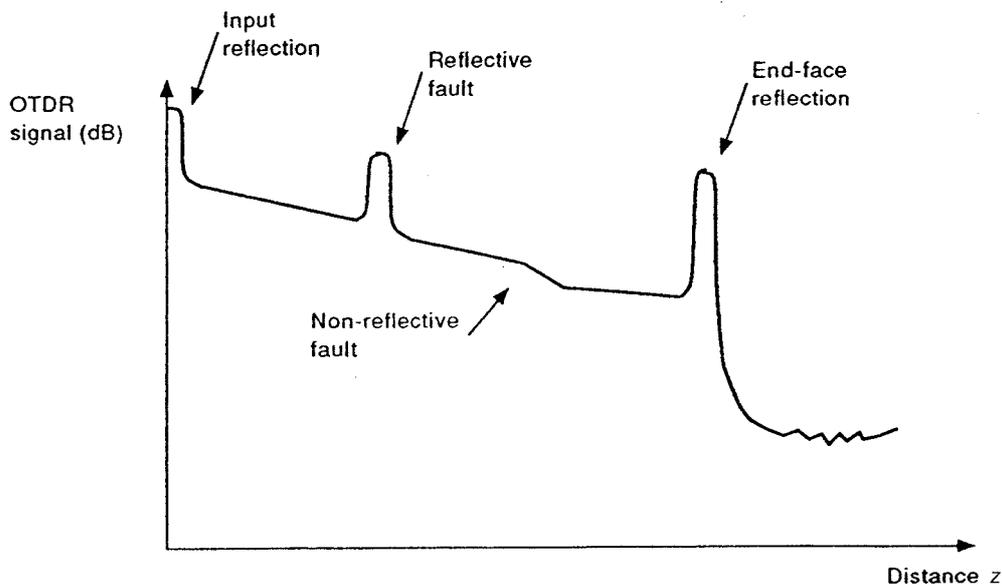
C.3.6.3.1 Determine the discontinuity location, if required, by placing a cursor at the beginning (or at another point specified by the OTDR manufacturer) of a power rise or drop. This may be difficult to do for a power drop. Obtain the coordinate via the alphanumeric display.

C.3.6.3.2 Obtain the apparent loss or gain of the discontinuity, if required, by the method described by the OTDR manufacturer. Some instruments require placement of a pair of cursors on each side of the discontinuity. Extrapolate the two best-fit straight lines (from a two-point or least-squares fit for each) to the location of the discontinuity. If available, the linear fit method should be chosen. The vertical separation of the lines gives the apparent loss or gain.

Note any reflection peak. The height of a given peak will decrease with increasing pulse width and increase with decreasing pulse width.

C.3.6.3.3 Repeat the test for a signal launched into the specimen in the opposite direction. Make a loss calculation (and the elimination of apparent gain) by averaging readings taken bi-directional at the same wavelength. This eliminates the effects of any backscatter differences for the fibre sections on both sides of the discontinuity. Bi-directional measurements may not be possible in all cases, thus necessitating unidirectional measurement.

C.3.6.3.4 If required by the detail specification, repeat the test at another wavelength.



IEC 726/01

Figure C.4 – Schematic OTDR trace showing apparent loss due to point discontinuities, one reflective and one non-reflective

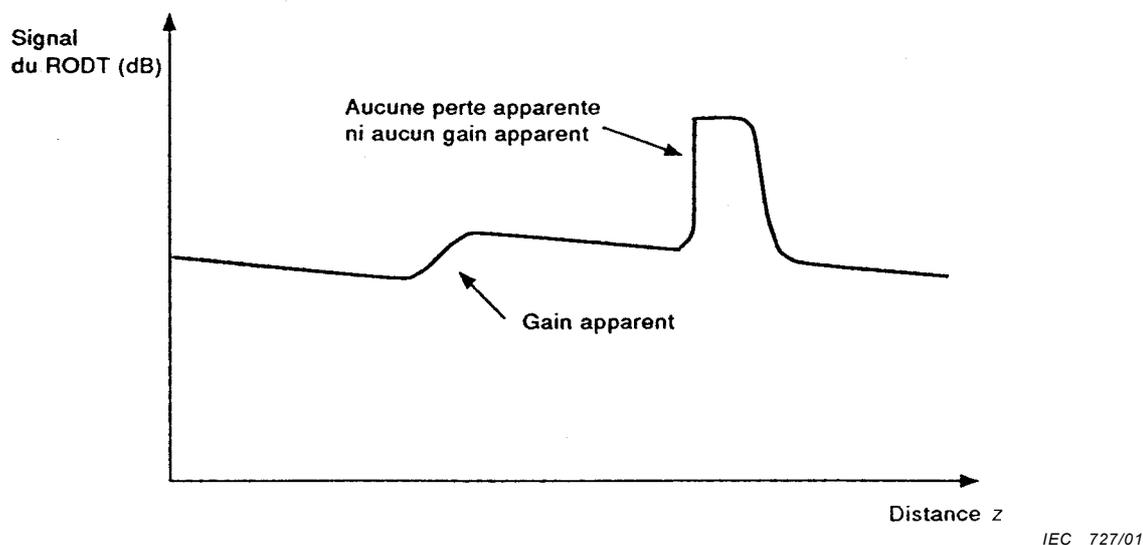


Figure C.5 – Représentation schématique du tracé agrandi d'un RODT illustrant deux discontinuités ponctuelles, l'une avec un gain apparent et l'autre ne présentant ni perte apparente ni gain apparent

C.3.7 Etalonnage

A l'étude.

C.4 Calculs

C.4.1 L'affaiblissement unidirectionnel de rétrodiffusion de la section de fibre ou de câble commençant après la zone morte est donné par $[P_1(\lambda) - P_2(\lambda)]$ en dB.

C.4.2 L'affaiblissement linéique unidirectionnel de rétrodiffusion de la section de fibre ou de câble commençant après la zone morte est donné par $\alpha = [P_1(\lambda) - P_2(\lambda)] / (z_2 - z_1)$ en dB/km.

C.4.3 (En option avec C.3.5.1.1) L'affaiblissement unidirectionnel par rétrodiffusion de la longueur totale de la section de fibre ou de câble est donné par $[P_1(\lambda) - P_2(\lambda)] + \alpha (z_1 - z_0)$ en dB (où λ est donné par C.4.2), ou également par $[P_1(\lambda) - P_2(\lambda)](z_2 - z_0) / (z_2 - z_1)$ en dB.

C.4.4 Certains RODT peuvent effectuer automatiquement les soustractions à deux points indiqués de C.4.1 à C.4.2.

NOTE Certains RODT peuvent aussi effectuer un ajustement de droite par la méthode des moindres carrés, mais il est possible que cette méthode fournisse des résultats différents de ceux obtenus par la méthode des soustractions à deux points. Ce type de calcul est indiqué dans la spécification particulière. La moyenne des moindres carrés (LSA) peut être la plus répétable du fait des appels de bruit, mais peut être erronée en présence de non-homogénéités.

C.4.5 Comme en C.3.6, répéter les calculs pour toutes les mesures effectuées à chaque longueur d'onde dans la direction opposée. Faire la moyenne des deux calculs effectués en C.4.2 pour arriver à l'affaiblissement linéique de la fibre à cette longueur d'onde.

C.4.6 Répéter les calculs comme indiqués de C.4.1 à C.4.5 à chaque longueur d'onde, de façon à déterminer l'affaiblissement linéique à chaque longueur d'onde.

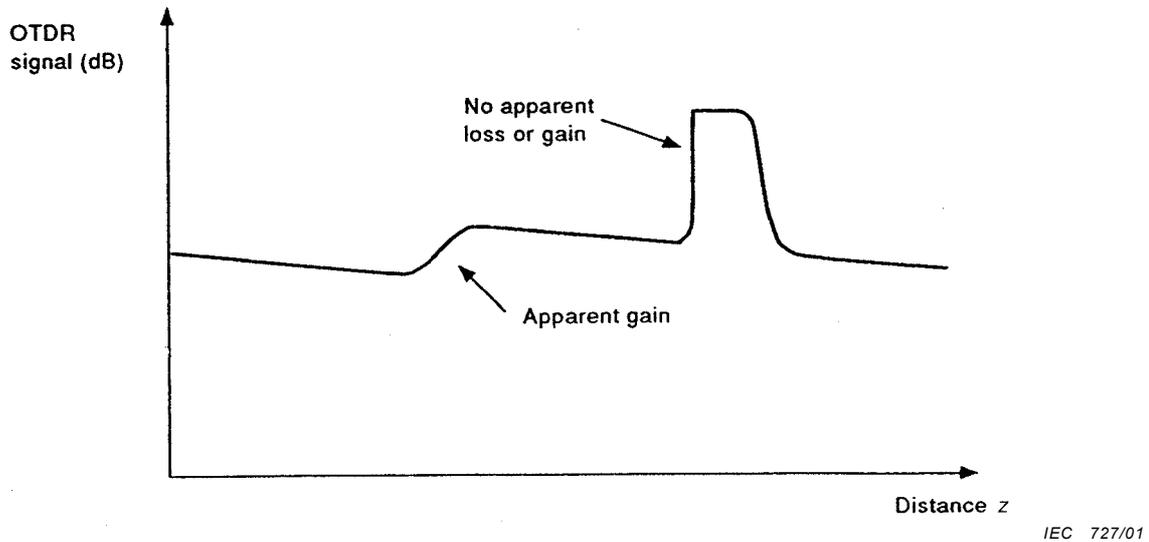


Figure C.5 – Schematic of an expanded OTDR trace showing two point discontinuities, one with apparent gain, and another with no apparent loss or gain

C.3.7 Calibration

Under consideration.

C.4 Calculations

C.4.1 The unidirectional backscatter attenuation of the fibre or cable section beginning after the dead zone is given by $[P_1(\lambda) - P_2(\lambda)]$ in dB.

C.4.2 The unidirectional backscatter attenuation coefficient of the fibre or cable section is given by $\alpha = [P_1(\lambda) - P_2(\lambda)] / (z_2 - z_1)$ in dB/km.

C.4.3 (Optional with C.3.5.1.1) The unidirectional backscatter attenuation of the total fibre or cable section is given by $[P_1(\lambda) - P_2(\lambda)] + \alpha(z_1 - z_0)$ in dB (where λ is given in C.4.2), or equivalently by $[P_1(\lambda) - P_2(\lambda)](z_2 - z_0) / (z_2 - z_1)$, in dB.

C.4.4 Some OTDRs can automatically perform the two-point subtractions in C.4.1 to C.4.2.

NOTE Some OTDRs can also utilize a least-squares fit to a line, but this may give results that differ from the two-point subtractions. The type of calculation is indicated in the detail specification. The least-square average (LSA) may be the more repeatable due to noise effects, but can err in the presence of inhomogeneities.

C.4.5 As for C.3.6, repeat the calculations for the measurements made at each wavelength in the opposite direction. Compute the average of the two calculations made in C.4.2 to arrive at the fibre's attenuation coefficient at that wavelength.

C.4.6 Repeat the calculations of C.4.1 through C.4.5 at each wavelength so as to determine the attenuation coefficient at each wavelength.

C.5 Résultats

C.5.1 En addition aux prescriptions de 7.1, relever ce qui suit lors de la mesure sur discontinuités ponctuelles:

- l'identification de l'extrémité de l'échantillon où le RODT est localisé;
- les caractéristiques des discontinuités ponctuelles tel que prescrit par la spécification particulière.

C.5.2 En complément aux prescriptions de 7.2, les informations suivantes doivent aussi être disponibles sur demande:

- l'échantillon à l'essai de la fibre ou du câble, y compris son type, son indice effectif de groupe, sa longueur, et les conditions de déploiement;
- l'instrument RODT (y compris la marque, le modèle et les manuels);
- la ou les durées d'impulsion, la ou les plages d'échelle et les détails de moyennage du signal;
- la ou les longueurs d'onde centrales et la ou les largeurs spectrales, vérifiées périodiquement suivant C.1.1;
- l'indication concernant l'utilisation de la fibre amorce;
- la méthode de calcul.

Les figures illustrant des exemples de traces RODT pour différents types de discontinuités ponctuelles: une réfléchissante et une non réfléchissante, les deux présentant une perte apparente (figure C.4); une discontinuité présentant un «gain» apparent et une avec une absence de gain ou de perte apparente (figure C.5).

C.5 Results

C.5.1 In addition to the requirements of 7.1, report the following when measuring point defects:

- specimen end where the OTDR was located;
- features of the point discontinuities as required by the detail specification.

C.5.2 In addition to the requirements in 7.2, the following information shall also be available on request:

- fibre or cable specimen, including its type, effective group index, length, and deployment conditions;
- OTDR instrument (including mark, model and manuals);
- pulse duration(s), scale range(s), and signal averaging details;
- central wavelength(s) and spectral width(s) as periodically verified in C.1.1;
- indicate if dead-zone fibre is used;
- method of calculation.

The figures show examples of OTDR traces for several types of point discontinuities: a reflective discontinuity and a non-reflective one, both exhibiting apparent loss (figure C.4); a discontinuity exhibiting an apparent "gain", and one with no apparent loss or gain (figure C.5).

Annexe D (normative)

Prescriptions spécifiques à la méthode D – Modélisation de l'affaiblissement spectral

A ce jour, la méthode D a seulement été démontrée pour les fibres de type B1 et B2.

Il est possible de calculer l'affaiblissement linéique d'une fibre sur un spectre de longueurs d'onde au moyen d'une matrice caractéristique M et d'un vecteur v . Le vecteur v contient l'affaiblissement linéique mesuré sur un petit nombre (trois à cinq) de longueurs d'onde de prévision (par exemple 1 310 nm, 1 330 nm, 1 360 nm, 1 380 nm et/ou 1 550 nm).

Avec l'une des méthodes, le fournisseur de la fibre ou du câble doit indiquer la matrice caractéristique de son produit et le modèle d'affaiblissement spectral est un vecteur w , calculé à partir du produit de M par v :

$$w = M \times v \quad (\text{D.1})$$

L'autre méthode utilise une matrice générique et le fournisseur doit indiquer un vecteur de facteur de correction e qui transforme l'équation prévisionnelle comme suit:

$$W = w + e \quad (\text{D.2})$$

où

W est le vecteur modifié;

w vient de l'équation (D.1);

e est le vecteur de correction.

Une matrice générique est une matrice qui peut être appliquée à une variété de fibres, de configurations et de fournisseurs (probablement pour un seul type de fibre), et qui est déterminée et/ou invoquée par un organisme de normalisation, client/utilisateur final unique ou une autre source de l'industrie avec laquelle les fournisseurs peuvent comparer leurs produits, la différence étant résolue par le vecteur e .

D.1 Appareillage

Cette technique utilisant des valeurs prédéterminées pour les calculs, aucun appareillage spécifique n'est prescrit. Il est recommandé de se reporter à la technique spécifiquement utilisée pour obtenir les valeurs mesurées à partir desquelles les calculs sont effectués.

D.2 Echantillonnage et échantillon à l'essai

Voir D.1.

D.3 Procédure

Voir D.1.

Annex D (normative)

Requirements specific to method D – Spectral attenuation modelling

To date, method D has only been demonstrated on type B1 and B2 fibres.

The attenuation coefficient of a fibre across a spectrum of wavelengths may be calculated by means of a characterizing matrix, M , and a vector, v . The vector v contains the measured attenuation coefficients of a small number (three to five) of wavelengths (e.g. 1 310 nm, 1 330 nm, 1 360 nm, 1 380 nm, and/or 1 550 nm).

In one approach, the fibre or cable supplier shall provide a matrix characteristic of its product, and the modelled spectral attenuation is a vector, w , calculated from the product of M and v :

$$w = M \times v \quad (\text{D.1})$$

Alternatively, if using a generic matrix, the supplier shall provide a correction factor vector e , such that the prediction equation becomes

$$W = w + e \quad (\text{D.2})$$

where

W is the modified vector;

w comes from equation (D.1);

e is the correction factor vector.

A generic matrix is a characterizing matrix which can be applied to a variety of fibres, designs and suppliers (presumably within a single fibre type), and which is determined and/or invoked by a standards body, single customer/end-user, or other industry source to which individual suppliers can compare their products, the difference being resolved by the vector, e .

D.1 Apparatus

Since this technique involves a calculation using predetermined values, there is no specific apparatus required. Please refer to the specific technique used to generate the measured values upon which the calculations are made.

D.2 Sampling and specimens

See D.1.

D.3 Procedure

See D.1.

D.4 Calculs

Il est possible de calculer l'affaiblissement linéique d'une fibre sur un spectre de longueurs d'onde au moyen de l'équation (D.1). Le vecteur v contient l'affaiblissement linéique mesuré sur un petit nombre (trois à cinq) de longueurs d'onde de prévision (par exemple 1 310 nm, 1 330 nm, 1 360 nm, 1 380 nm et/ou 1 550 nm). Le produit de la matrice M par le vecteur v donne un autre vecteur w qui contient l'affaiblissement linéique prévisionnel pour un grand nombre de longueurs d'onde (à des intervalles de longueurs d'onde de 10 nm, de 1 240 nm à 1 600 nm, par exemple).

La matrice M est donnée par:

$$\begin{matrix} A_{11} & A_{12} & \dots & A_{1n} \\ A_{21} & A_{22} & \dots & A_{2n} \\ " & " & & " \\ " & " & & " \\ " & " & & " \\ A_{m1} & A_{m2} & \dots & A_{mn} \end{matrix}$$

où

m est le nombre de longueurs d'onde pour lequel l'affaiblissement linéique doit être évalué;

n est le nombre de longueurs d'onde prévisionnelles.

L'écart-type de la différence entre les valeurs réelles et prévisionnelles de l'affaiblissement linéique à chaque longueur d'onde doit être inférieur à 0,xx dB/km pour une plage définie de longueurs d'onde. Il est possible qu'une autre tolérance – 0,yy dB/km – soit nécessaire si une plage de longueurs d'onde supplémentaire est spécifiée. Il est recommandé que l'utilisateur et le fabricant s'accordent sur les valeurs de xx (et yy), et la ou les plages de longueur d'onde.

Si l'estimation est obtenue en utilisant la matrice M spécifique du fournisseur, le vecteur de correction e est inutile.

Les éléments de M et e étant obtenus sur une base statistique, les éléments du vecteur w doivent être interprétés en tant que valeurs statistiques. Pour indiquer la précision de l'affaiblissement linéique prévisionnel, les fournisseurs des fibres doivent donner un vecteur contenant l'écart type de la différence entre l'affaiblissement linéique réel et prévisionnel ainsi que M et/ou e (voir D.5).

NOTE 1 Afin de faciliter l'utilisation de cette matrice, il est recommandé de mesurer régulièrement la fibre aux longueurs d'onde prévisionnelles. Il est recommandé de mesurer trois à cinq longueurs d'onde prévisionnelles, avec une nette préférence pour le plus petit nombre, s'il suffit à assurer la précision. Les longueurs d'onde spécifiques (par exemple 1 310 nm, 1 330 nm, 1 360 nm, 1 380 nm, et/ou 1 550 nm) constituent un élément pour une étude ultérieure.

NOTE 2 Avec ce modèle, seul l'affaiblissement des fibres non câblées est pris en considération. Pour tenir compte des effets dus au câblage et à l'environnement, il convient d'ajouter un vecteur supplémentaire à w .

D.5 Résultats

D.5.1 En complément à l'information prescrite en 7.1, relever l'affaiblissement prévisionnel et la longueur d'onde correspondante.

D.5.2 En complément à l'information prescrite en 7.2, les informations suivantes doivent être disponibles sur demande:

- la méthode utilisée pour obtenir les valeurs d'affaiblissement mesurées;
- la matrice utilisée pour prévoir l'affaiblissement spectral ou le vecteur de correction si une matrice normalisée a été utilisée;
- le vecteur contenant l'écart type des différences entre l'affaiblissement linéique réel et prévisionnel obtenus lors du développement de la matrice.

D.4 Calculations

The attenuation coefficient of a fibre across a spectrum of wavelengths may be calculated by means of equation (D.1). The vector, v , contains the measured attenuation coefficients of a small number (three to five) of predictor wavelengths (e.g., 1 310 nm, 1 330 nm, 1 360 nm, 1 380 nm, and/or 1 550 nm). Multiplying the matrix, M , times the vector, v , yields another vector, w , which contains the predicted attenuation coefficients at many wavelengths (such as at 10 nm wavelength intervals from 1 240 nm to 1 600 nm). The resultant vector, w , contains the predicted attenuation coefficients at many wavelengths (such as a 10 nm wavelength intervals from 1 240 nm to 1 600 nm).

The matrix, M , is given by:

$$\begin{array}{ccc} A_{11} & A_{12}\cdots\cdots\cdots & A_{1n} \\ A_{21} & A_{22}\cdots\cdots\cdots & A_{2n} \\ " & " & " \\ " & " & " \\ " & " & " \\ A_{m1} & A_{m2}\cdots\cdots\cdots & A_{mn} \end{array}$$

where

m is the number of wavelengths for which the attenuation coefficients have to be estimated;

n is the number of predictor wavelengths.

The standard deviation of the difference between the actual and predicted attenuation coefficients at each wavelength shall be less than 0,xx dB/km within a stated wavelength range. A different tolerance – 0,yy dB/km – may be necessary if an additional wavelength range is specified. The values of xx (and yy), and the wavelength range(s) should be agreed upon between the user and the manufacturer.

If the estimate is obtained by using the supplier's specific matrix, M , then no correction vector, e , is necessary.

Since the elements of both M and e are achieved on a statistical basis, the w vector elements shall be determined as statistical. To indicate the accuracy of the predicted attenuation coefficients, the fibre suppliers shall give a vector containing the standard deviation of the differences between the actual and predicted attenuation coefficients, together with M and/or e (see D.5).

NOTE 1 In order to facilitate the use of this matrix, the fibre should be routinely measured at the predictor wavelengths. The predictor wavelengths should number from three to five, with a strong preference given to the lower number if sufficient accuracy can be achieved. The specific wavelengths (e.g., 1 310 nm, 1 330 nm, 1 360 nm, 1 380 nm, and/or 1 550 nm) are an item for further study.

NOTE 2 This model considers only uncabled fibre attenuation. An additional vector should be added to w in order to account for cabling and environmental affects.

D.5 Results

D.5.1 In addition to the information required by 7.1, report the predicted attenuation and corresponding wavelength.

D.5.2 In addition to the information required by 7.2, the following shall be available upon request:

- the method used to obtain the measured attenuation values;
- the matrix used to predict the spectral attenuation, or the correction vector if a standard matrix was used;
- the vector containing the standard deviation of the differences between the actual and predicted attenuation coefficients obtained during the development of the matrix.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.



Standards Survey

The IEC would like to offer you the best quality standards possible. To make sure that we continue to meet your needs, your feedback is essential. Would you please take a minute to answer the questions overleaf and fax them to us at +41 22 919 03 00 or mail them to the address below. Thank you!

Customer Service Centre (CSC)

International Electrotechnical Commission

3, rue de Varembé
1211 Genève 20
Switzerland

or

Fax to: **IEC/CSC** at +41 22 919 03 00

Thank you for your contribution to the standards-making process.

A Prioritaire

Nicht frankieren
Ne pas affranchir



Non affrancare
No stamp required

RÉPONSE PAYÉE

SUISSE

Customer Service Centre (CSC)
International Electrotechnical Commission
3, rue de Varembé
1211 GENEVA 20
Switzerland



Q1 Please report on **ONE STANDARD** and **ONE STANDARD ONLY**. Enter the exact number of the standard: (e.g. 60601-1-1)

.....

Q2 Please tell us in what capacity(ies) you bought the standard (tick all that apply). I am the/a:

- purchasing agent
- librarian
- researcher
- design engineer
- safety engineer
- testing engineer
- marketing specialist
- other.....

Q3 I work for/in/as a: (tick all that apply)

- manufacturing
- consultant
- government
- test/certification facility
- public utility
- education
- military
- other.....

Q4 This standard will be used for: (tick all that apply)

- general reference
- product research
- product design/development
- specifications
- tenders
- quality assessment
- certification
- technical documentation
- thesis
- manufacturing
- other.....

Q5 This standard meets my needs: (tick one)

- not at all
- nearly
- fairly well
- exactly

Q6 If you ticked NOT AT ALL in Question 5 the reason is: (tick all that apply)

- standard is out of date
- standard is incomplete
- standard is too academic
- standard is too superficial
- title is misleading
- I made the wrong choice
- other

Q7 Please assess the standard in the following categories, using the numbers:

- (1) unacceptable,
- (2) below average,
- (3) average,
- (4) above average,
- (5) exceptional,
- (6) not applicable

- timeliness.....
- quality of writing.....
- technical contents.....
- logic of arrangement of contents
- tables, charts, graphs, figures.....
- other

Q8 I read/use the: (tick one)

- French text only
- English text only
- both English and French texts

Q9 Please share any comment on any aspect of the IEC that you would like us to know:

.....





Enquête sur les normes

La CEI ambitionne de vous offrir les meilleures normes possibles. Pour nous assurer que nous continuons à répondre à votre attente, nous avons besoin de quelques renseignements de votre part. Nous vous demandons simplement de consacrer un instant pour répondre au questionnaire ci-après et de nous le retourner par fax au +41 22 919 03 00 ou par courrier à l'adresse ci-dessous. Merci !

Centre du Service Clientèle (CSC)

Commission Electrotechnique Internationale

3, rue de Varembé
1211 Genève 20
Suisse

ou

Télécopie: **CEI/CSC** +41 22 919 03 00

Nous vous remercions de la contribution que vous voudrez bien apporter ainsi à la Normalisation Internationale.

A Prioritaire

Nicht frankieren
Ne pas affranchir



Non affrancare
No stamp required

RÉPONSE PAYÉE

SUISSE

Centre du Service Clientèle (CSC)
Commission Electrotechnique Internationale
3, rue de Varembé
1211 GENÈVE 20
Suisse



Q1 Veuillez ne mentionner qu'**UNE SEULE NORME** et indiquer son numéro exact:
(ex. 60601-1-1)
.....

Q2 En tant qu'acheteur de cette norme, quelle est votre fonction?
(cochez tout ce qui convient)
Je suis le/un:

- agent d'un service d'achat
- bibliothécaire
- chercheur
- ingénieur concepteur
- ingénieur sécurité
- ingénieur d'essais
- spécialiste en marketing
- autre(s).....

Q3 Je travaille:
(cochez tout ce qui convient)

- dans l'industrie
- comme consultant
- pour un gouvernement
- pour un organisme d'essais/ certification
- dans un service public
- dans l'enseignement
- comme militaire
- autre(s).....

Q4 Cette norme sera utilisée pour/comme
(cochez tout ce qui convient)

- ouvrage de référence
- une recherche de produit
- une étude/développement de produit
- des spécifications
- des soumissions
- une évaluation de la qualité
- une certification
- une documentation technique
- une thèse
- la fabrication
- autre(s).....

Q5 Cette norme répond-elle à vos besoins:
(une seule réponse)

- pas du tout
- à peu près
- assez bien
- parfaitement

Q6 Si vous avez répondu PAS DU TOUT à Q5, c'est pour la/les raison(s) suivantes:
(cochez tout ce qui convient)

- la norme a besoin d'être révisée
- la norme est incomplète
- la norme est trop théorique
- la norme est trop superficielle
- le titre est équivoque
- je n'ai pas fait le bon choix
- autre(s)

Q7 Veuillez évaluer chacun des critères ci-dessous en utilisant les chiffres
(1) inacceptable,
(2) au-dessous de la moyenne,
(3) moyen,
(4) au-dessus de la moyenne,
(5) exceptionnel,
(6) sans objet

- publication en temps opportun
- qualité de la rédaction.....
- contenu technique
- disposition logique du contenu
- tableaux, diagrammes, graphiques, figures
- autre(s)

Q8 Je lis/utilise: (une seule réponse)

- uniquement le texte français
- uniquement le texte anglais
- les textes anglais et français

Q9 Veuillez nous faire part de vos observations éventuelles sur la CEI:

.....



LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

ISBN 2-8318-5832-1



9 782831 858326

ICS 33.180.10
