

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
793-1-4**

Première édition
First edition
1995-11

Fibres optiques –

Partie 1:

Spécification générique –

Section 4: Méthodes de mesure
des caractéristiques optiques et de transmission

Optical fibres –

Part 1:

Generic specification –

Section 4: Measuring methods
for transmission and optical characteristics



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 793-1-4: 1995

Validité de la présente publication

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

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

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

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

Terminologie

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

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

Symboles graphiques et littéraux

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

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

et pour les appareils électromédicaux,

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

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

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

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

Validity of this publication

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

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

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

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

Terminology

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

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

Graphical and letter symbols

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

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

and for medical electrical equipment,

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

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

IEC publications prepared by the same technical committee

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

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
793-1-4**

Première édition
First edition
1995-11

Fibres optiques –

Partie 1:

Spécification générique –

Section 4: Méthodes de mesure

des caractéristiques optiques et de transmission

Optical fibres –

Part 1:

Generic specification –

Section 4: Measuring methods

for transmission and optical characteristics

© CEI 1995 Droits de reproduction réservés — Copyright – all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

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

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembe Genève, Suisse



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE **XE**

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

AVA Documents
Document Sharing Hub

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS.....	6
Articles	
1 Domaine d'application et objet	10
2 Référence normative.....	10
3 Essais relatifs aux caractéristiques optiques et de transmission	10
4 Affaiblissement	14
5 Définitions opérationnelles	14
6 Description des méthodes de mesure de l'affaiblissement.....	14
7 Méthode CEI 793-1-C1A– Méthode de la fibre coupée.....	16
8 Méthode CEI 793-1-C1B – Méthode des pertes d'insertion	30
9 Méthode CEI 793-1-C1C – Technique de rétrodiffusion	36
10 Réponse modale en bande de base	66
11 Définitions opérationnelles	66
12 Description des méthodes de mesure de réponse en bande de base	68
13 Méthode CEI 793-1-C2A – Réponse impulsionnelle	68
14 Méthode CEI 793-1-C2B – Réponse fréquentielle.....	74
15 Méthode CEI 793-1-C3 – Sensibilité aux microcourbures.....	78
16 Méthode CEI 793-1-C4 – Energie lumineuse transmise ou rayonnée	84
17 Méthode CEI 793-1-C5A – Mesure de la dispersion chromatique des fibres optiques par la méthode de déphasage	92
18 Méthode CEI 793-1-C5B – Mesure de la dispersion chromatique par la méthode de mesure du temps de propagation de groupe dans le domaine temporel.....	110
19 Méthode CEI 793-1-C5C – Mesure de la dispersion chromatique des fibres optiques par la méthode de déphasage différentiel	122
20 Mesures de dispersion chromatique	140
21 Méthode CEI 793-1-C6 – Répartition de la lumière en champ lointain	144
22 Longueur d'onde de coupure.....	158
23 Méthode CEI 793-1-C7A – Mesure de la longueur d'onde de coupure pour une fibre optique unimodale.....	158

CONTENTS

	Page
FOREWORD.....	7
Clause	
1 Scope and object	11
2 Normative reference	11
3 Tests of transmission and optical characteristics	11
4 Attenuation	15
5 Operational definitions	15
6 Description of attenuation measuring techniques	15
7 Method IEC 793-1-C1A – Cut-back technique.....	17
8 Method IEC 793-1-C1B – Insertion loss technique.....	31
9 Method IEC 793-1-C1C – Backscattering technique.....	37
10 Modal baseband response	67
11 Operational definitions	67
12 Description of baseband response measuring methods	69
13 Method IEC 793-1-C2A – Impulse response	69
14 Method IEC 793-1-C2B – Frequency response	75
15 Method IEC 793-1-C3 – Microbending sensitivity.....	79
16 Method IEC 793-1-C4 – Transmitted or radiated light power	85
17 Method IEC 793-1-C5A – Chromatic dispersion measurement of optical fibres by the phase-shift method	93
18 Method IEC 793-1-C5B – Chromatic dispersion measurement by spectral group delay measurement in the time domain.....	111
19 Method IEC 793-1-C5C – Chromatic dispersion measurement of optical fibres by the differential phase-shift method	123
20 Chromatic dispersion measurements.....	141
21 Method IEC 793-1-C6 – Numerical aperture – Far field light distribution.....	145
22 Cut-off wavelength.....	159
23 Method IEC 793-1-C7A – Cut-off wavelength measurement for single-mode optical fibre.....	159

Articles	Pages
24 Méthode CEI 793-1-C7B – Mesure de la longueur d'onde de coupure en câble d'une fibre unimodale.....	166
25 Diamètre de champ de mode.....	166
26 Méthode CEI 793-1-C9A – Mesure du diamètre de champ de mode – Méthode d'exploration directe du champ lointain	170
27 Méthode CEI 793-1-C9B – Mesure du diamètre de champ de mode – Technique de l'ouverture variable en champ lointain.....	178
28 Méthode CEI 793-1-C9C – Mesure du diamètre de champ de mode par la méthode d'exploration en champ proche.....	188
29 Méthode CEI 793-1-C9D – Mesure du diamètre de champ de mode – Exploration d'une arête en lame de couteau	198
30 Variation du facteur de transmission optique	198
31 Méthode CEI 793-1-C10A – Contrôle en puissance transmise	198
32 Méthode CEI 793-1-C10B – Contrôle en rétrodiffusion.....	206
33 Méthode CEI 793-1-C11 – Sensibilité aux macrocourbures.....	208
Annexe A – Ensemble des données relatives au diamètre du champ de mode – Intégrale de Petermann en champ lointain	210

WITNESS

Articles	Pages
24 Method IEC 793-1-C7B – Cable cut-off wavelength measurement of single mode fibre	167
25 Mode field diameter	167
26 Method IEC 793-1-C9A – Mode field diameter measurement – Direct far field scanning method.....	171
27 Method IEC 793-1-C9B – Mode field diameter measurement – Variable aperture method in the far field	179
28 Method IEC 793-1-C9C – Mode field diameter measurement near field scan method	189
29 Method IEC 793-1-C9D – Mode field diameter measurement – Knife edge scan.....	199
30 Change in optical transmittance	199
31 Method IEC 793-1-C10A – Transmitted power monitoring.....	199
32 Method IEC 793-1-C10B – Backscattering monitoring.....	207
33 Method IEC 793-1-C11 – Macrobending sensitivity	209
Annex A – Mode field diameter data set for far field Petermann integral.....	211

Withholding

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

FIBRES OPTIQUES –

Partie 1: Spécification générique – Section 4: Méthodes de mesure des caractéristiques optiques et de transmission

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 en ce qui concerne les questions techniques, préparées par les comités d'études où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment, dans la plus grande mesure possible, un accord international sur les sujets examinés.
- 3) Ces décisions constituent des recommandations internationales publiées sous forme de normes, de rapports techniques ou de guides et agréées comme telles 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.

La Norme internationale CEI 793-1-4 a été établie par le sous-comité 86A: Fibres et câbles, du comité d'études 86 de la CEI: Fibres optiques.

La quatrième édition de la CEI 793-1, parue en 1992, a fait l'objet d'une révision. Elle a été divisée en cinq normes regroupant chacune une section.

Cette première édition de la CEI 793-1-4 annule et remplace la section 4 de la CEI 793-1, dont elle constitue une révision.

Cette norme doit être utilisée conjointement avec les normes suivantes:

CEI 793-1-1: 1995, *Fibres optiques – Partie 1: Spécification générique – Section 1: Généralités*

CEI 793-1-2: 1995, *Fibres optiques – Partie 1: Spécification générique – Section 2: Méthodes de mesure des dimensions*

CEI 793-1-3: 1995, *Fibres optiques – Partie 1: Spécification générique – Section 3: Méthodes de mesure des caractéristiques mécaniques*

CEI 793-1-5: 1995, *Fibres optiques – Partie 1: Spécification générique – Section 5: Méthodes de mesure des caractéristiques d'environnement*

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

OPTICAL FIBRES –

**Part 1: Generic specification –
Section 4: Measuring methods for transmission
and optical characteristics**

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, prepared by technical committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 3) They have the form of recommendations for international use published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.

International Standard IEC 793-1-4 has been prepared by sub-committee 86A: Fibres and cables, of IEC technical committee 86: Fibre optics.

The fourth edition of IEC 793-1, published in 1992, has been subject to revision. It has been divided into five standards each of which incorporates a section.

This first edition of IEC 793-1-4 cancels and replaces section 4 of IEC 793-1, of which it constitutes a technical revision.

This standard shall be used in conjunction with the following standards:

IEC 793-1-1: 1995, *Optical fibres – Part 1: Generic specification – Section 1: General*

IEC 793-1-2: 1995, *Optical fibres – Part 1: Generic specification – Section 2: Measuring methods for dimensions*

IEC 793-1-3: 1995, *Optical fibres – Part 1: Generic specification – Section 3: Measuring methods for mechanical characteristics*

IEC 793-1-5: 1995, *Optical fibres – Part 1: Generic specification – Section 5: Measuring methods for environmental characteristics*

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

DIS	Rapport de vote
86A/303/DIS	86A/329/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.

L'annexe A fait partie intégrante de cette norme.

Withdrawn

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

DIS	Report on voting
86A/303/DIS	86A/329/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.

Annex A forms an integral part of this standard.

Withdrawn

FIBRES OPTIQUES –

Partie 1: Spécification générique – Section 4: Méthodes de mesure des caractéristiques optiques et de transmission

1 Domaine d'application et objet

La présente section de la CEI 793-1 s'applique aux mesures pratiques de transmission et de paramètres optiques d'une fibre optique. Elles sont à utiliser pour le contrôle de fibres et de câbles dans des relations commerciales.

L'objet de cette section est d'établir des prescriptions uniformes relatives aux caractéristiques optiques et de transmission des fibres optiques.

2 Référence normative

Le document normatif suivant contient des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente section de la CEI 793-1. Au moment de la publication, l'édition indiquée était en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente section de la CEI 793-1 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer l'édition la plus récente du document normatif indiqué ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 793-2: 1992, *Fibres optiques – Deuxième partie: Spécifications du produit*

3 Essais relatifs aux caractéristiques optiques et de transmission

Les caractéristiques optiques et de transmission des fibres optiques doivent être vérifiées en soumettant les échantillons à des essais choisis parmi ceux du tableau 1. Les essais appliqués et les critères d'acceptation doivent être ceux qui sont indiqués dans la spécification particulière.

OPTICAL FIBRES –

Part 1: Generic specification – Section 4: Measuring methods for transmission and optical characteristics

1 Scope and object

This section of IEC 793-1 applies to the practical measurements of transmission and optical parameters of an optical fibre. The methods are to be used for inspection of fibres and cables for commercial purposes.

The object of this section is to establish uniform requirements for optical and transmission characteristics of optical fibres.

2 Normative reference

The following normative document contains provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this section of IEC 793-1. At the time of publication, the edition indicated was valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this section of IEC 793-1 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent edition of the normative document indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

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

3 Tests of transmission and optical characteristics

The transmission and optical characteristics of optical fibres shall be verified by carrying out the selected test from those shown in table 1. The tests applied and acceptance criteria shall be as specified in the detail specification.

Tableau 1 – Caractéristiques optiques et de transmission des fibres optiques

Méthode d'essai	Essai	Caractéristiques faisant l'objet de la méthode d'essai
Méthodes d'essai pour les fibres multimodales et unimodales		
CEI 793-1-C1A CEI 793-1-C1B CEI 793-1-C1C	Méthode de la fibre coupée Méthode des pertes d'insertion Technique de rétrodiffusion	Affaiblissement
CEI 793-1-A1 de la CEI 793-1-2 CEI 793-1-A1B de la CEI 793-1-2 CEI 793-1-A2 de la CEI 793-1-2	Champ proche réfracté Interférométrie transversale Répartition de la lumière en champ proche	Profil d'indice de réfraction
CEI 793-1-C1C	Technique de rétrodiffusion	Défauts ponctuels
CEI 793-1-C4 CEI 793-1-C1C	Energie lumineuse transmise ou rayonnée Technique de rétrodiffusion	Continuité optique
CEI 793-1-C5A CEI 793-1-C5B	Méthode de déphasage Méthode du temps de propagation de groupe dans le domaine temporel	Dispersion chromatique
CEI 793-1-C10A CEI 793-1-C10B	Contrôle en puissance transmise Contrôle en rétrodiffusion	Modification de la transmission optique dans les essais mécaniques et d'environnement
Méthodes d'essai pour les fibres multimodales		
CEI 793-1-C2A CEI 793-1-C2B	Réponse impulsionnelle Réponse fréquentielle	Réponse en bande de base
CEI 793-1-C6	Répartition de la lumière en champ lointain	Ouverture numérique
Méthodes d'essai pour les fibres unimodales		
CEI 793-1-C3	Sensibilité aux microcourbures	Sensibilité aux microcourbures
CEI 793-1-C11	Sensibilité aux macrocourbures	Sensibilité aux macrocourbures
CEI 793-1-C5C CEI 793-1-C5D	Déphasage différentiel Interférométrie *	Dispersion chromatique
CEI 793-1-C7A CEI 793-1-C7B	Mesure de la longueur d'onde de coupure d'une fibre Mesure de la longueur d'onde de coupure d'une fibre en câble *	Longueur d'onde de coupure d'une fibre Longueur d'onde de coupure d'une fibre en câble
CEI 793-1-C9A CEI 793-1-C9B CEI 793-1-C9C CEI 793-1-C9D	Exploration en champ lointain Ouverture variable Exploration en champ proche Exploration d'une arête en lame de couteau*	Diamètre du champ de mode
* A l'étude.		

Table 1 – Transmission and optical characteristics of optical fibres

Test method	Test	Characteristics covered by the test method
Test methods of multimode and single-mode fibres		
IEC 793-1-C1A IEC 793-1-C1B IEC 793-1-C1C	Cut-back technique Insertion loss technique Backscattering technique	Attenuation
IEC 793-1-A1 of IEC 793-1-2 IEC 793-1-A1B of IEC 793-1-2 IEC 793-1-A2 of IEC 793-1-2	Refracted near field method Transverse interference method Near field light distribution	Refractive index profile
IEC 793-1-C1C	Backscattering technique	Point defects
IEC 793-1-C4 IEC 793-1-C1C	Transmitted or radiated light power Backscattering technique	Optical continuity
IEC 793-1-C5A IEC 793-1-C5B	Phase-shift method Spectral group delay measurement in the time domain	Chromatic dispersion
IEC 793-1-C10A IEC 793-1-C10B	Transmitted power monitoring Backscattering monitoring	Change of optical transmittance during mechanical and environmental tests
Test methods of multimode fibres		
IEC 793-1-C2A IEC 793-1-C2B	Impulse response Frequency response	Baseband response
IEC 793-1-C6	Far field light distribution	Numerical aperture
Test methods of single-mode fibres		
IEC 793-1-C3	Microbending sensitivity	Microbending sensitivity
IEC 793-1-C11	Macrobending sensitivity	Macrobending sensitivity
IEC 793-1-C5C IEC 793-1-C5D	Differential phase shift Interferometry *	Chromatic dispersion
IEC 793-1-C7A IEC 793-1-C7B	Cut-off wavelength measurement Cabled cut-off wavelength measurement *	Fibre cut-off wavelength Cabled fibre cut-off wavelength
IEC 793-1-C9A IEC 793-1-C9B IEC 793-1-C9C IEC 793-1-C9D	Far field scan Variable aperture Near field scan Knife edge scan *	Mode field diameter
* Under consideration.		

4 Affaiblissement

L'affaiblissement est matérialisé par une mesure de la diminution de la puissance optique dans une fibre. 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.

5 Définitions opérationnelles

L'affaiblissement $A(\lambda)$ pour une longueur d'onde λ entre deux sections, 1 et 2, d'une fibre séparées par une distance L est défini comme suit

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

où

P_1 est la puissance optique traversant la section 1, et

P_2 est la puissance optique traversant la section 2.

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:

$$a(\lambda) = \frac{A(\lambda)}{L} \quad (\text{dB/unité de longueur})$$

qui est indépendant de la longueur choisie de la fibre.

6 Description des méthodes de mesure de l'affaiblissement

Trois méthodes sont décrites ci-après pour les mesures d'affaiblissement:

a) Méthode de la fibre coupée

Cette méthode est l'application directe de la définition de l'affaiblissement où les niveaux de puissance P_1 et P_2 sont mesurés à deux points de la fibre sans modification des conditions d'entrée. P_2 est la puissance émise à la fin du guide et P_1 celle qui est émise près de l'entrée après coupure de la fibre.

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. Mais, dans des conditions données, cette méthode fournit la mesure la plus précise de l'affaiblissement, répondant strictement à la définition de celui-ci. Dans certaines circonstances, la nature destructive de cette méthode est un inconvénient.

4 Attenuation

Attenuation is materialized by a measure of the decreasing optical power in a fibre. 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 fibres length. Under steady state conditions, an attenuation coefficient of a fibre can be determined and the attenuation of concatenated fibres added linearly.

5 Operational definitions

The attenuation $A(\lambda)$ at wavelength λ between two cross-sections 1 and 2 separated by distance L of a fibre is defined as:

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

where

P_1 is the optical power traversing the cross-section 1, and

P_2 is the optical power traversing the cross-section 2.

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

$$a(\lambda) = \frac{A(\lambda)}{L} \quad (\text{dB / unit length})$$

which is independent of the chosen length of the fibre.

6 Description of attenuation measuring techniques

Three methods are described below for attenuation measurements:

a) Cut-back technique

The cut-back technique is a direct application of the definition of attenuation, in which the power levels P_1 and P_2 are measured at two points of the fibre without change of input conditions. P_2 is the power emerging from the end of the guide and P_1 is the power emerging from a point near the input after cutting the fibre.

By the measurement principle it is not possible to get information on the attenuation behaviour over the length of the fibre. Also it is difficult to measure the change of attenuation under changing conditions. But for a given condition, this method gives the most accurate attenuation strictly following the definitions. In some situations, its destructive nature is a disadvantage.

b) Méthode des pertes d'insertion

Cette méthode est en principe similaire à la méthode de la fibre coupée, mais P_1 est la puissance émise à la sortie du système d'injection. La valeur mesurée de l'affaiblissement de la fibre en essai, prenant en compte l'influence du montage de mesure, doit être corrigée de la perte du raccordement supplémentaire en se reportant à l'affaiblissement de la longueur de fibre de référence.

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 , 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.

Cette méthode est également appropriée à la mesure de câbles équipés de connecteurs.

c) Méthode de 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. Si ces deux paramètres sont constants, ce qui est normalement le cas pour des longueurs individuelles de fibres, le résultat de la mesure d'affaiblissement peut être précis, à condition également que les conditions d'injection spécifiées soient respectées.

De par la nature de la mesure, il est également possible d'analyser l'affaiblissement le long de la fibre entière ou de tronçons particuliers, ainsi que sur des liaisons formées de fibres raccordées, et de déterminer l'affaiblissement des raccordements. Dans certains cas, il est nécessaire d'effectuer la mesure à partir des deux extrémités de manière à éliminer les effets de rétrodiffusion dépendant du sens de propagation.

En outre, la longueur de la fibre peut être mesurée par cette méthode.

7 Méthode CEI 793-1-C1A – Méthode de la fibre coupée

7.1 Conditions d'injection

7.1.1 Fibre unimodale

Il est possible d'utiliser un système optique de lentilles ou une fibre amorce pour exciter la fibre en essai. La puissance couplée dans la fibre doit être stable pendant toute la durée de l'essai.

7.1.1.1 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 en essai pour éliminer les phénomènes d'interférences.

7.1.1.2 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, comme 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.

b) Insertion loss

The insertion loss technique is in principle similar to the cut-back technique, but P_1 is the power emerging from the output of the launching system. The measured attenuation of the fibre under test including the measurement arrangement must be corrected by the additional connector loss respectively by the loss of the reference piece of fibre.

With this method also no analysis of the attenuation over the length of fibre is possible. But by the previously known power P_1 it is possible to measure with this technique continuously the change in attenuation over changing environmental conditions like temperature and force.

This method is also adequate to measure connectorized cables.

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 in the fibre and the backscattering behaviour of the fibre. If both are constant – which is normally valid for single lengths of fibre – the result of the attenuation measurement can be accurate, if the launch conditions specified are adhered to.

By the nature of the measurement, it is also possible to analyse the attenuation over the whole length or interested sections of the fibre, over concatenated fibre links and also to determine the splice loss. In some cases, it is necessary to measure from both sides in order to eliminate direction depending backscattering effects.

Moreover the length of the fibre can be measured.

7 Method IEC 793-1-C1A - Cut-back technique**7.1 Launching conditions****7.1.1 Single-mode fibre**

An optical lens system or fibre pigtail may be employed to excite the test fibre. The power coupled into the fibre must be stable for the duration of the test.

7.1.1.1 Fibre pigtail

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

7.1.1.2 Optical lens system

If an optical lens system is used, a means of stably supporting to input end of the fibre, such as a vacuum chuck, shall be used. This support shall be mounted 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.

7.1.1.3 Filtre de modes d'ordre supérieur

Une méthode doit être 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 d'onde minimale concernée mais pas suffisamment petit pour induire des oscillations dépendant de la longueur d'onde.

7.1.1.4 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.

7.1.2 Fibre multimodale

Les conditions d'injection présentent une importance majeure pour atteindre les objectifs définis à l'article 4. Il convient de déterminer des conditions d'injection qui empêchent l'injection de puissance dans des modes transitoires d'ordre supérieur. En évitant l'injection de puissance dans ces modes transitoires de la fibre en essai, on mesurera les affaiblissements qui s'ajoutent de façon approximativement linéaire. Étant donné que ces répartitions de puissance ne sont quasiment pas altérées par la fibre, elles sont désignées par «répartitions à l'état stable»¹⁾.

7.1.2.1 Techniques d'injection

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. Le paragraphe 7.2 donne un exemple de chacune de ces deux méthodes. L'application convenable de chaque méthode permet d'obtenir des résultats comparables. La figure 1 illustre un exemple type d'arrangement d'injection utilisant un filtre de modes.

7.1.2.2 Extracteur de modes 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.

7.1.2.3 Embrouilleur de modes

Il convient d'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, il convient d'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).

¹⁾ Le terme «Répartition des modes à l'équilibre» a été précédemment employé dans d'autres normes.

7.1.1.3 High order mode filter

A method shall be employed 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.

7.1.1.4 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.

7.1.2 Multimode fibre

The launching conditions are of paramount importance in meeting the objectives stated in clause 4. Launching conditions should be established that will 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".

7.1.2.1 Launching techniques

There are two commonly used techniques to produce steady state launch conditions for attenuation measurements – mode filters and a geometrical optics launch. Examples of each are given in 7.2. By proper care in the use of each, comparable results can be achieved. A generic example of the launching arrangement using a mode filter is given in figure 1.

7.1.2.2 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.

7.1.2.3 Mode scrambler

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

7.2 Exemples de conditions d'injection

7.2.1 Filtres de mode

7.2.1.1 Filtre de modes du type fibre amorce

On choisit une fibre de type similaire à celui de la fibre en essai. Sa longueur doit être suffisante (typiquement 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 au 7.1.2.3.

7.2.1.2 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 (typiquement trois à cinq tours) de la fibre en 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 en essai sont 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 en 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 CEI 793-1-C6) 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.

7.2.1.3 Combinaison de l'embrouilleur de modes et du filtre de modes

Une combinaison des fonctions de l'embrouilleur de modes et du filtre de modes peut être réalisée au moyen d'un dispositif comportant un nombre de billes métalliques (de dimensions 1 mm à 5 mm), réparties aléatoirement mais dont les faces supérieures sont alignées. Une fibre de type similaire à celui de la fibre en essai est appliquée par une pression verticale sur ce lit de billes sur une longueur d'environ 0,5 m. Le réglage de la force de pression permet d'obtenir l'ajustement de la répartition de puissance émise à l'extrémité d'une courte longueur de la fibre de manière identique à celle décrite au 7.2.1.2.

7.2.2 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 cœur et 70 % de l'ouverture numérique de la fibre en 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.

Pour le même type de fibre, l'UIT/T utilise actuellement une tache de 26 μm et une ouverture numérique de 0,11.

7.2 Examples of launching conditions

7.2.1 Mode filters

7.2.1.1 Dummy fibre mode filter

A fibre of a similar type to that of the test fibre is selected. 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 7.1.2.3 is used, is a steady state distribution.

7.2.1.2 Mandrel wrap 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 is wound with low tension. The mandrel diameter is selected to ensure that the transient modes excited in the test fibre have been attenuated to steady state. A far field measurement shall be used 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. The mandrel diameter is selected 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 method IEC 793-1-C6) of the radiation pattern exiting the short length should 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.

7.2.1.3 Combined mode scrambler and mode filter

The functions of the mode scrambler and the mode filter can be combined by using a device with a number of metal balls (sizes 1 mm to 5 mm), randomly distributed but with the top faces in line. A fibre of a similar type to that of the test fibre is pressed down against this bed of bearing balls over a length of about 0,5 m. Regulation of force allows the distribution of the power emerging from a short length of fibre to be adjusted in the same way as described in 7.2.1.2.

7.2.2 Geometrical optics launch

A limited phase space (LPS) launch is defined as a geometrically produced launch which uniformly fills 70 % of the test fibre's core diameter and 70 % of the test fibre's numerical aperture. This is the maximal geometrically launched power distribution which does not launch power into leaky, unbounded modes. Thus, 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.

Currently, ITU/T uses a 26 μm spot and 0,11 NA for the same fibre.

La figure 2 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 cœur 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.

7.3 Appareillage

a) 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. Les figures 3 et 4 donnent à titre d'exemple des schémas de montages d'essai appropriés.

b) Source optique

Une source de rayonnement adaptée doit être utilisée, 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. La largeur de raie spectrale (entre les points à 50 % d'intensité optique de la source employée) doit être spécifiée de telle manière qu'elle soit étroite par rapport à toute caractéristique d'affaiblissement spectrale de la fibre. Celle-ci doit être alignée sur le cône d'injection ou raccordée coaxialement à une fibre d'injection.

c) Ensemble photodétecteur

Il est nécessaire d'utiliser un moyen pour coupler la totalité de la puissance émise par la fibre en essai à la zone active du détecteur. Par exemple, il est possible d'utiliser un système optique de lentilles, une épissure à indice adapté placée à l'extrémité d'une fibre amorce, ou un couplage à indice adapté, 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 en 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.

d) 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.

e) 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.

7.4 Procédure

a) La fibre en essai est montée sur le dispositif de mesure. La puissance de sortie P_2 est enregistrée.

b) Les conditions d'injection étant maintenues fixes, la fibre est coupée à la longueur voulue (par exemple à 2 m du point d'injection). La puissance de sortie P_1 est enregistrée pour la longueur de la fibre coupée.

An example of optics necessary to produce the LPS launch is given in figure 2. 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, the optical system shall be set up at the wavelengths of operation to ensure proper measurement.

7.3 Apparatus

a) Measurements may be made at one or more wavelengths. Alternatively, a spectral response may be required over a range of wavelengths. Diagrams of suitable test arrangements are shown as examples in figures 3 and 4.

b) Optical source

A suitable radiation source shall be used, 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. The spectral line width (between the 50 % optical intensity power points of the sources used) shall be specified such that the line width is narrow compared with any features of the fibre spectral attenuation. The fibre shall be aligned to the launch cone, or connected coaxially to a launch fibre.

c) Optical detection assembly

Means shall be employed to couple all power emitted from the test fibre to the active region of the detector. For example, an optical lens system, an index matched butt splice to a fibre pigtail, or index matched 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 test fibres.

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

d) 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, the detector shall be linked to a signal processing system synchronous with the source modulation frequency. The detecting system should be substantially linear or have known characteristics.

e) Cladding mode stripper

Suitable techniques shall be used to remove optical power propagating in the cladding where this would significantly influence the received signal.

7.4 Procedure

a) The fibre under test is set in the measurement apparatus. The output power P_2 is recorded.

b) Keeping the launching conditions fixed, the fibre is cut to the cut-back length (for example 2 m from the launching point). The output power P_1 from the cut-back length of the fibre is recorded.

c) L'affaiblissement de la fibre entre les points où P_1 et P_2 ont été mesurées peut être calculé d'après la définition de P_1 et P_2 .

7.5 Résultats

7.5.1 Les renseignements suivants doivent être fournis:

- date de l'essai;
- désignation de l'essai;
- identification de la fibre;
- longueur de l'échantillon;
- humidité relative et température ambiante;
- 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.

7.5.2 Les renseignements suivants doivent être disponibles sur demande:

- type de la source;
- largeur spectrale de la source;
- technique d'injection;
- disposition du montage d'essai.

Withdrawing

c) The attenuation of the fibre, between the points where P_1 and P_2 have been measured, can be calculated from the definition of P_1 and P_2 .

7.5 Results

7.5.1 The following data shall be reported:

- date of the test;
- title of the test;
- fibre identification;
- length of the sample;
- relative humidity and ambient temperature;
- spectral attenuation in dB or attenuation coefficient in dB/km versus wavelength or at specific wavelength(s) as required by the detail specification.

7.5.2 The following data shall be available upon request:

- type of source;
- spectral width of the source;
- launching technique;
- test arrangement.

Withdrawn

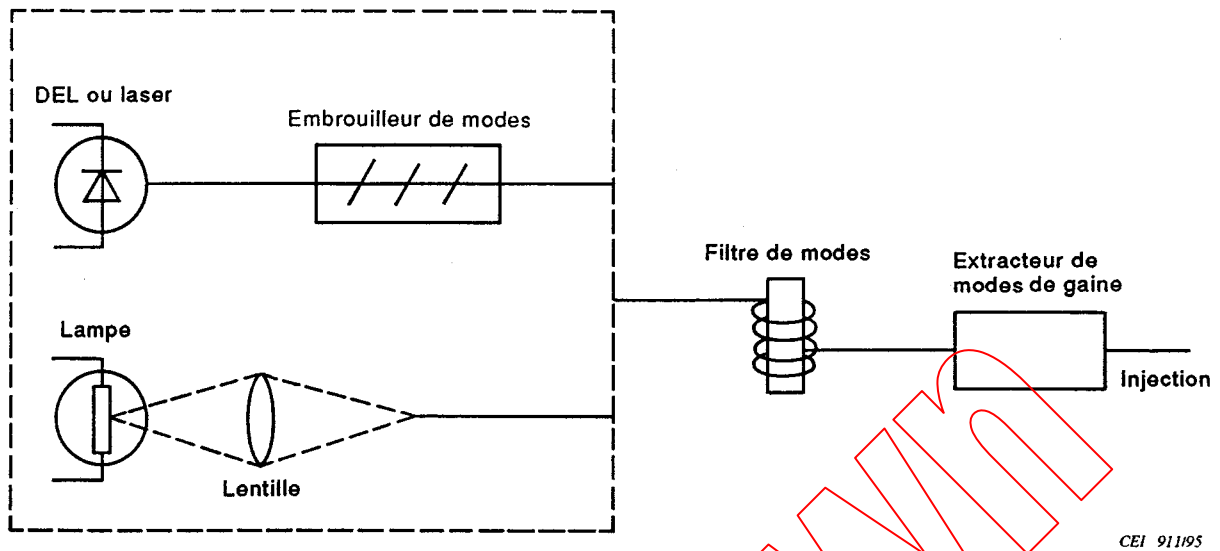


Figure 1 – Montage général d'injection

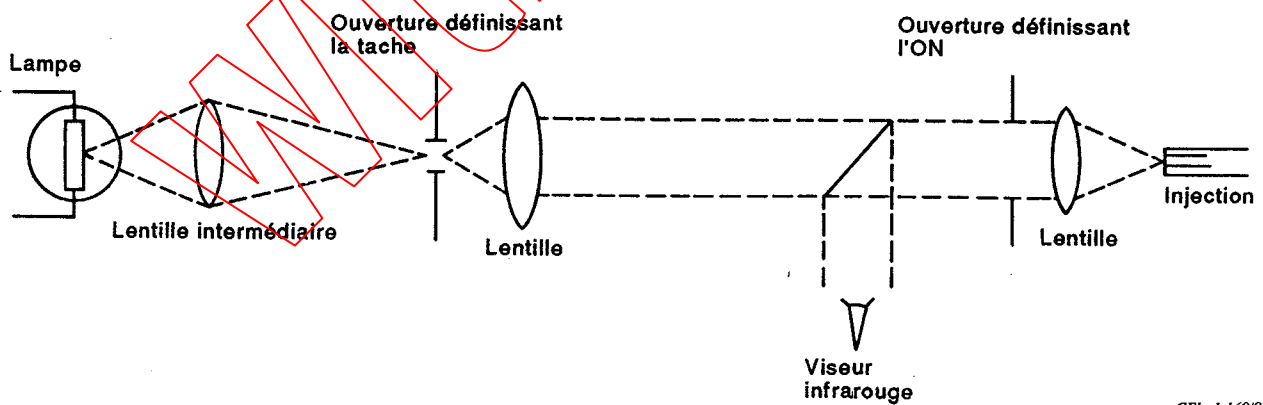


Figure 2 – Montage optique d'injection à limitation spatiale

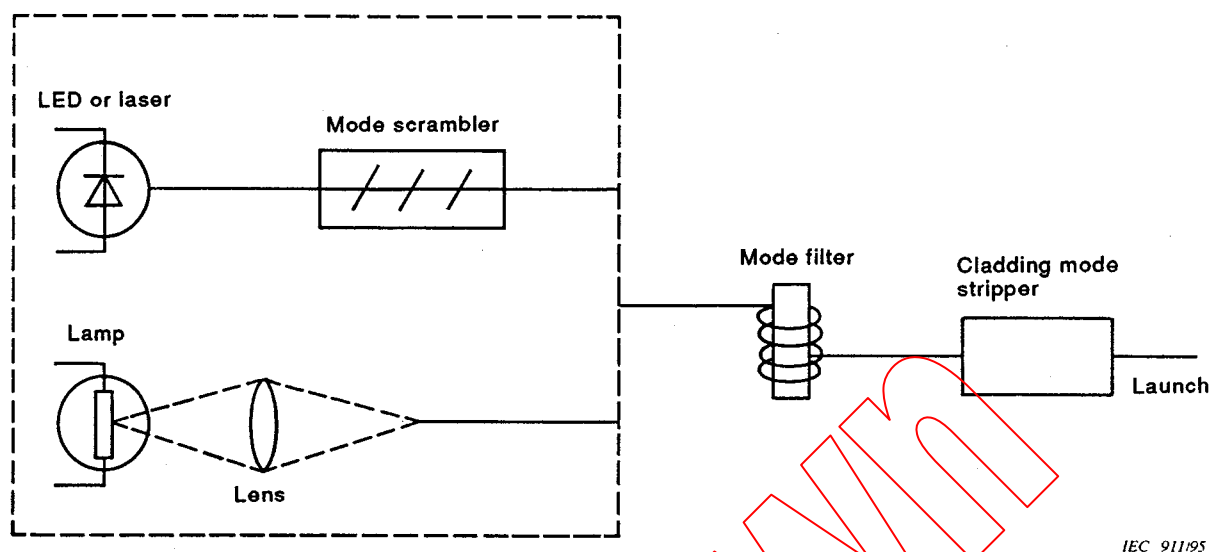


Figure 1 – General launch arrangement

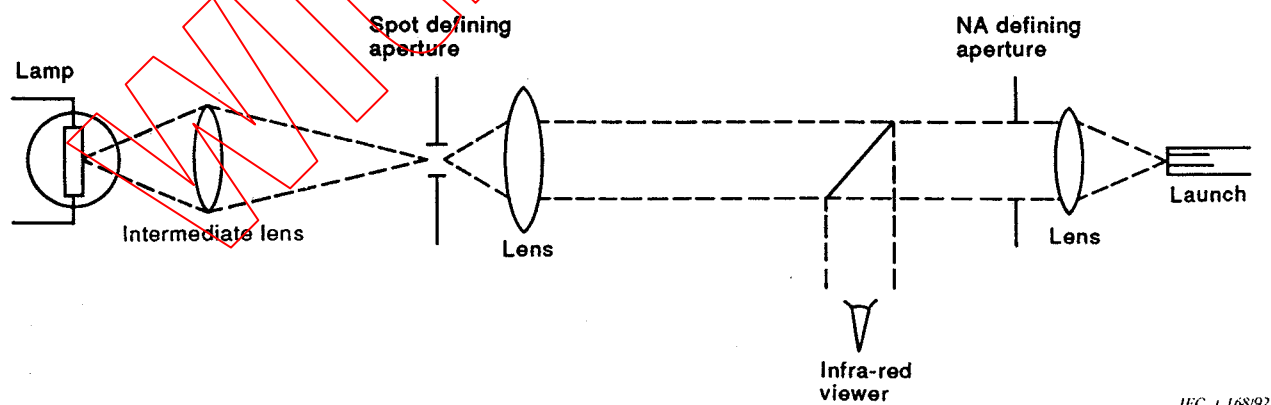


Figure 2 – Limited phase space launch optics

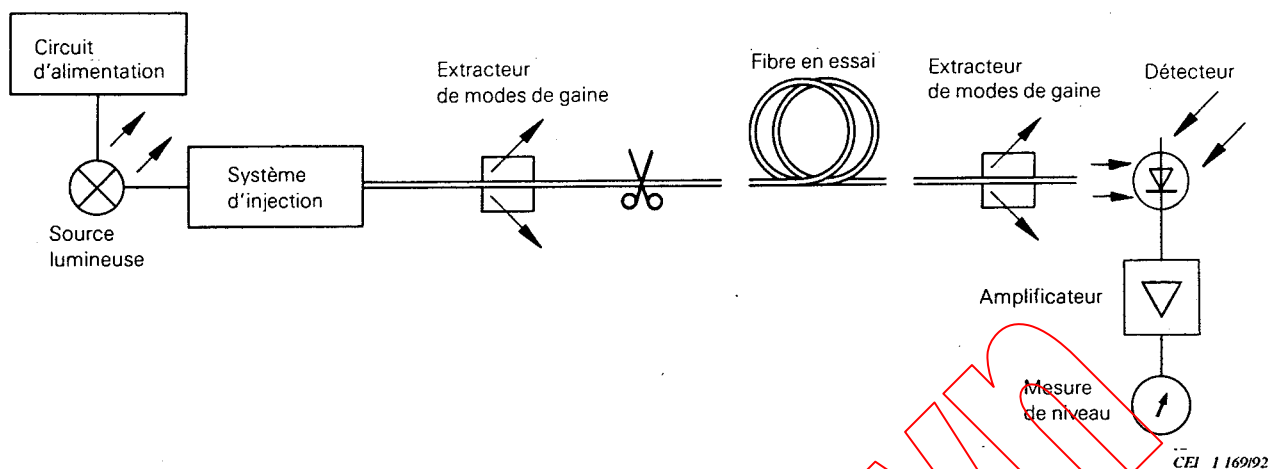


Figure 3 – Appareillage de mesure de l'affaiblissement à une longueur d'onde spécifiée

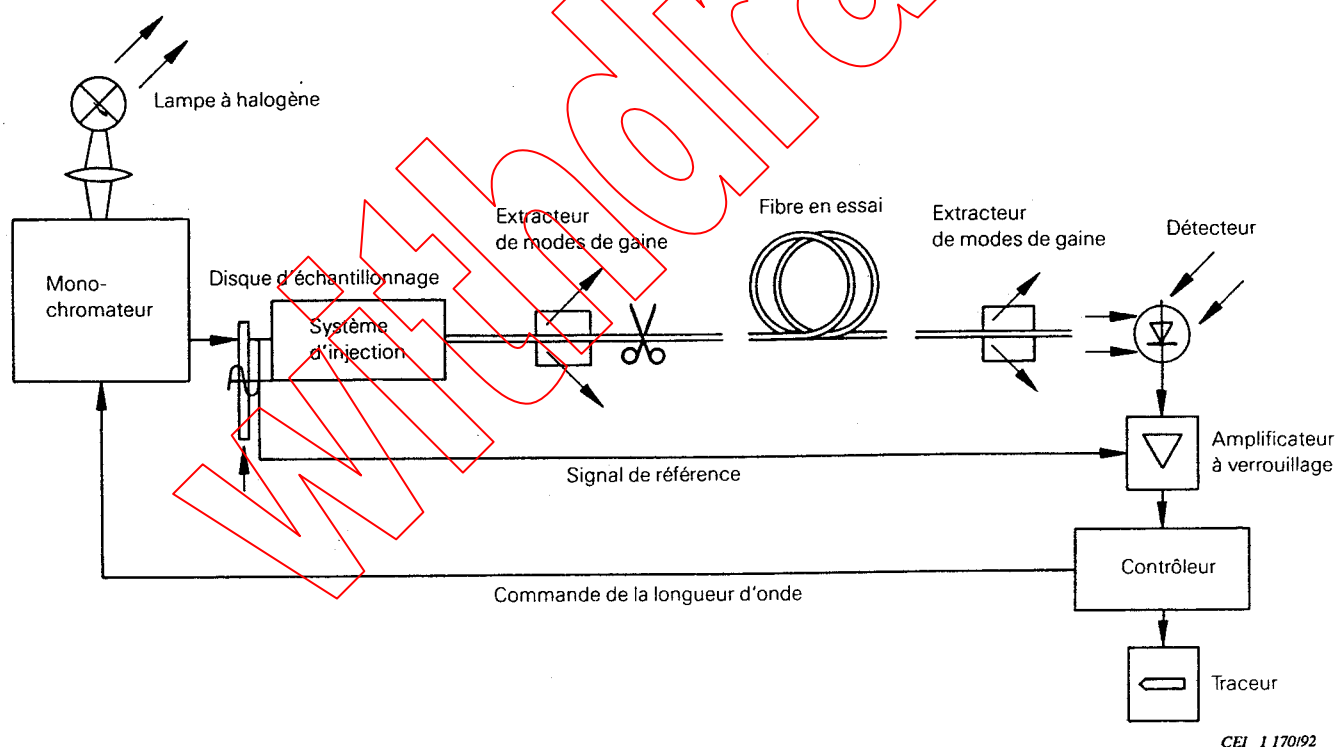


Figure 4 – Appareillage de mesure de l'affaiblissement spectral

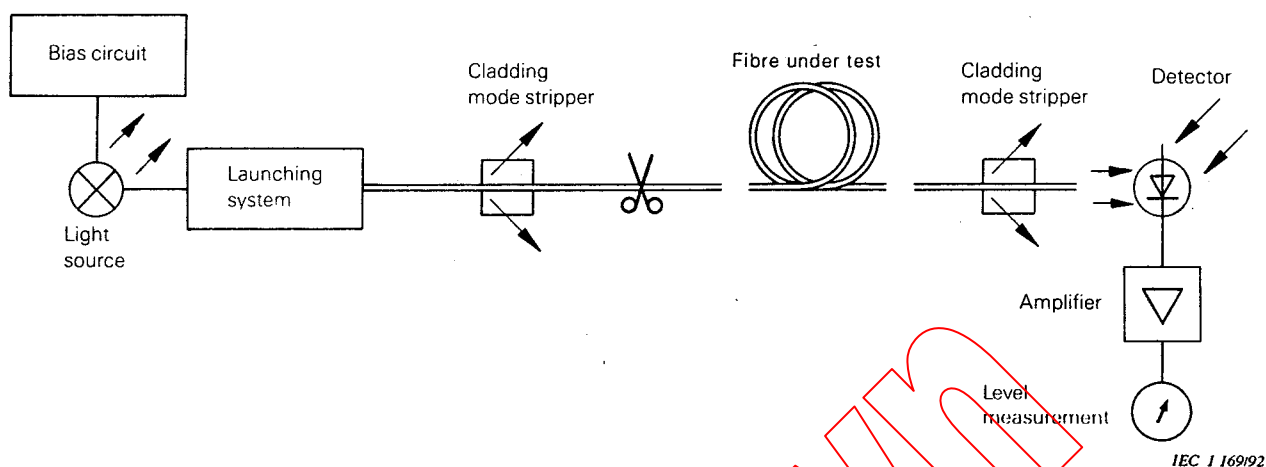


Figure 3 – Arrangement of test equipment to make loss measurement at one specified wavelength

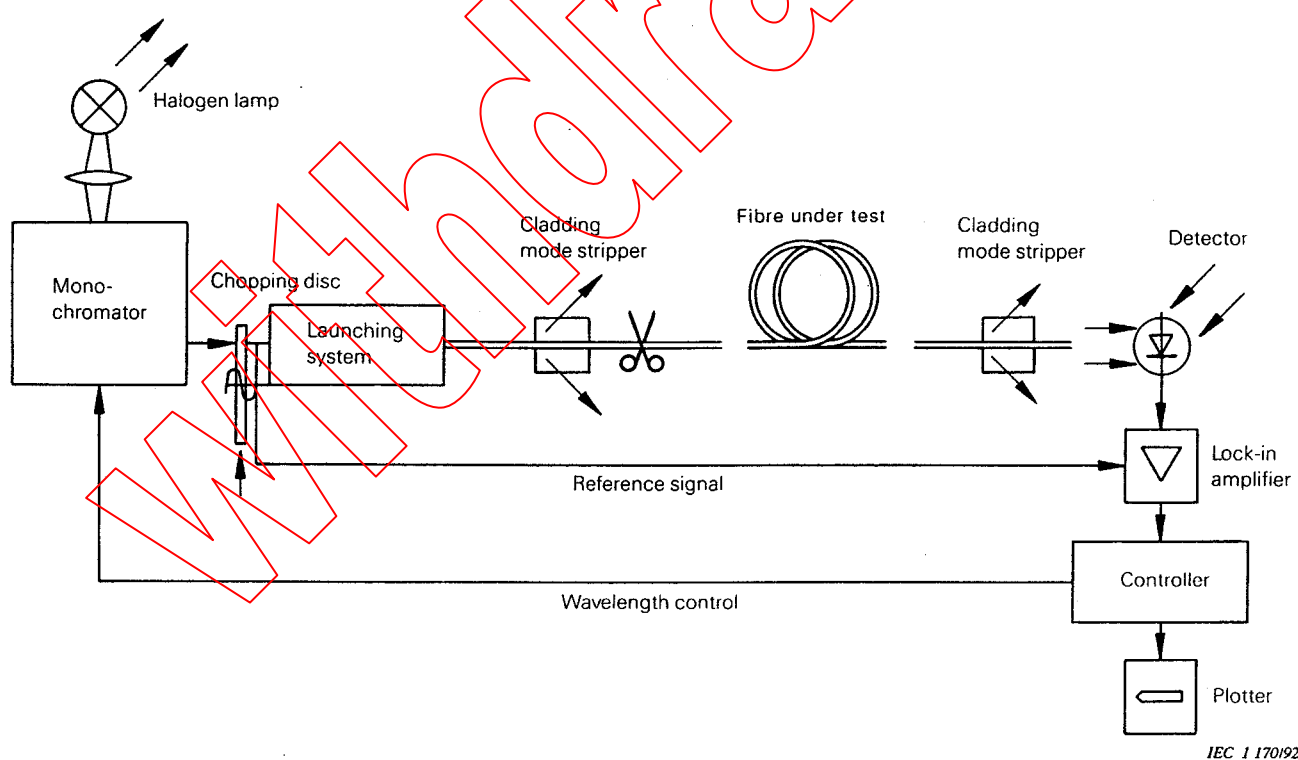


Figure 4 – Arrangement of test equipment used to obtain the loss spectrum

8 Méthode CEI 793-1-C1B – Méthode des pertes d'insertion

8.1 Objet

Cet article décrit le procédé de mesure de l'affaiblissement en utilisant la méthode des pertes d'insertion à titre de méthode d'essai alternative.

8.2 Conditions d'injection

Les conditions d'injection prescrites sont similaires à celles décrites en 7.1.

Les conditions d'injection dans la fibre de référence et dans la fibre en essai doivent être les mêmes.

8.3 Appareillage

a) Les mesures peuvent être effectuées à une ou plusieurs longueurs d'onde; en variante, une réponse spectrale peut être prescrite sur toute une gamme de longueurs d'onde. Des schémas de montages d'essai appropriés sont présentés à titre d'exemple aux figures 5 (étalonnage) et 6 (mesure).

b) Source optique

Voir le point b) de 7.3.

c) Montage de détection optique

Voir le point c) de 7.3.

d) Traitement du signal

Voir le point d) de 7.3.

e) Extracteur de modes de gaine

Voir le point e) de 7.3.

f) Dispositif de couplage

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.

g) Fibre de référence

La fibre de référence doit être du même type que celle en essai.

8.4 Procédure

a) Le dispositif de mesure est initialement étalonné afin d'obtenir le niveau de référence d'entrée P_1 . Il est nécessaire d'utiliser le même type de fibre comme fibre de référence pour l'étalonnage initial.

La longueur de la fibre de référence doit être faible (par exemple 2 m) de façon à pouvoir négliger son affaiblissement.

b) La fibre en essai est reliée au dispositif de mesure et le couplage est réglé pour obtenir le niveau maximal sur le détecteur optique. La puissance de sortie P_2 est enregistrée.

8 Method IEC 793-1-C1B – Insertion loss technique

8.1 Object

This clause describes the procedure for attenuation measurement using the insertion loss method as an alternative test method.

8.2 Launching conditions

The required launching conditions are similar to those described in 7.1.

The launching conditions of both reference fibre and fibre under test shall be the same.

8.3 Apparatus

a) Measurements may be made at one or more wavelengths, alternatively, a spectral response may be required over a range of wavelengths. Diagrams of suitable test arrangements are shown as an example in figures 5 (calibration) and 6 (measurement).

b) Optical source

See b) of 7.3.

c) Optical detection assembly

See c) of 7.3.

d) Signal processing

See d) of 7.3.

e) Cladding mode stripper

See e) of 7.3.

f) Coupling device

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

g) Reference fibre

The reference fibre is to be of the same type as that under test.

8.4 Procedure

a) The measurement arrangement is initially calibrated in order to obtain an input reference level P_1 . The same fibre type needs to be used 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.

b) The fibre under test is connected to the measurement apparatus and the coupling adjusted to give a maximum level on the optical detector. The output power P_2 is recorded.

c) L'affaiblissement de la fibre en essai est calculé selon la formule:

$$A = \left| 10 \log_{10} \frac{P_1}{P_2} \right| \text{ (dB)}$$

Si l'affaiblissement de la fibre de référence ne peut être négligé, il doit être ajouté à la valeur calculée.

8.5 Résultats

8.5.1 Les renseignements suivants doivent être fournis:

- date de l'essai;
- désignation de l'essai;
- identification de la fibre;
- longueur de l'échantillon;
- humidité relative et température ambiante;
- 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.

8.5.2 Les renseignements suivants doivent être disponibles sur demande:

- type de la source;
- largeur spectrale de la source;
- technique d'injection;
- dispositif du montage d'essai.

c) The attenuation of the fibre under test is calculated according to the formula:

$$A = 10 \log_{10} \frac{P_1}{P_2} \text{ (dB)}$$

If the attenuation of the reference fibre cannot be neglected, it shall be added to the calculated value.

8.5 Results

8.5.1 The following data shall be reported:

- date of measurement;
- title of the test;
- fibre identification;
- length of the sample;
- relative humidity and ambient temperature;
- spectral attenuation in dB or attenuation coefficient in dB/km versus wavelength or at specific wavelength(s) as required by the detail specification.

8.5.2 The following data shall be available upon request:

- type of source;
- spectral width of the source;
- launching technique;
- test arrangement.

Withdrawing

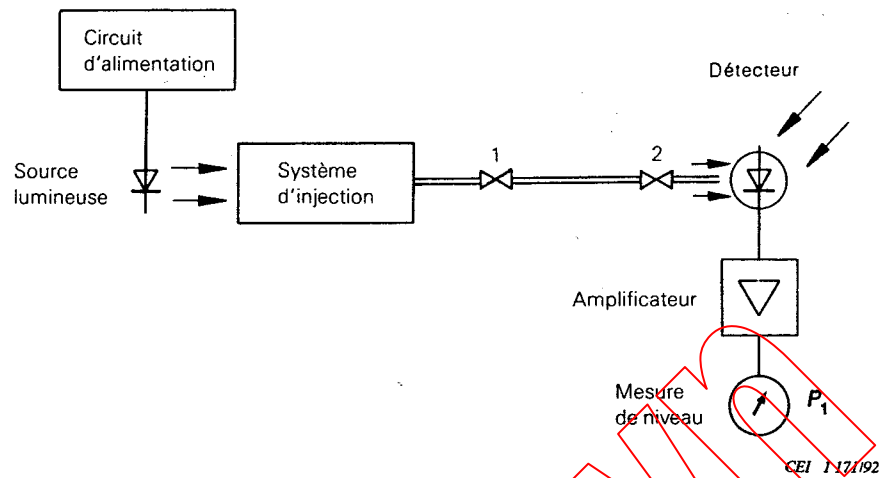


Figure 5 – Dispositif d'étalonnage de la mesure des pertes d'insertion

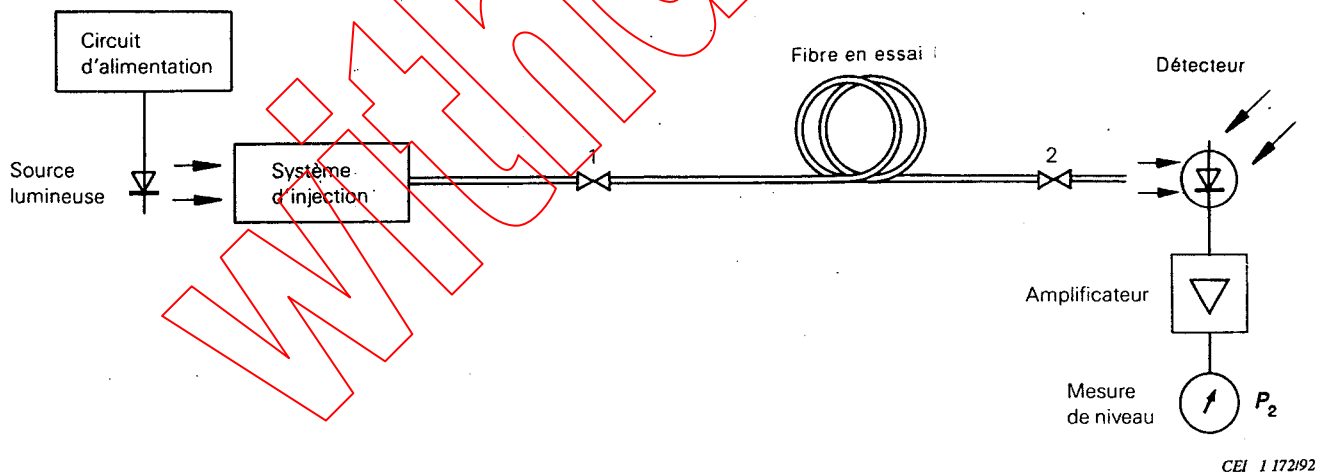


Figure 6 – Mesure des pertes d'insertion

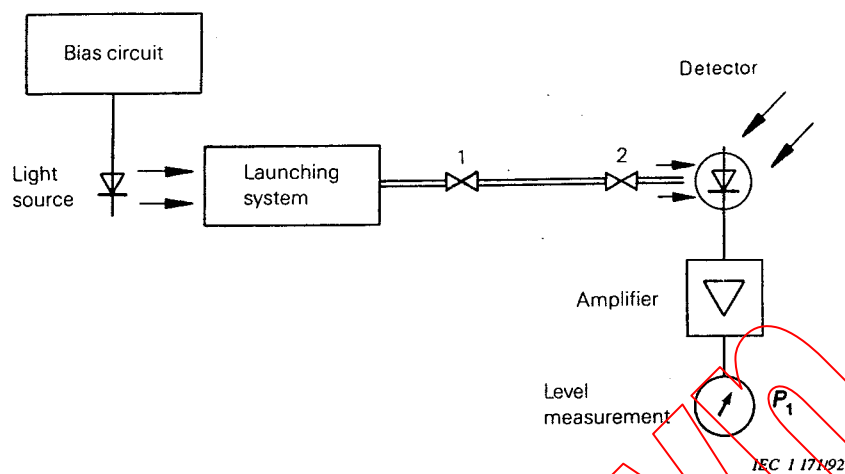


Figure 5 – Calibration of insertion loss measuring set

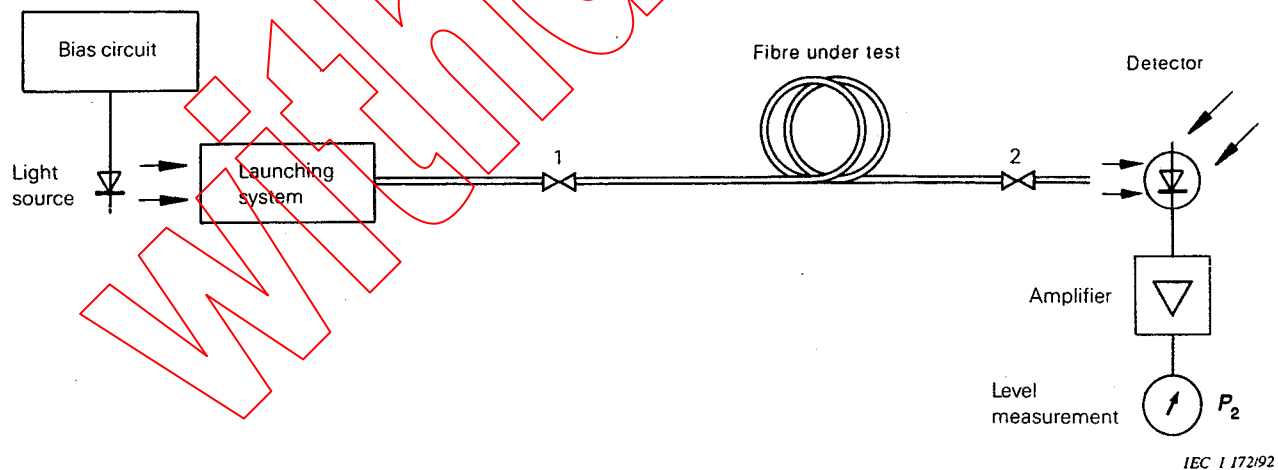


Figure 6 – Measurement of insertion loss

9 Méthode CEI 793-1-C1C – Technique de rétrodiffusion

9.1 Objet

La présente procédure décrit les trois mesures fondamentales qu'il est possible d'effectuer à l'aide d'un réflectomètre optique fonctionnant dans le domaine temporel (RODT): l'affaiblissement ou l'affaiblissement linéique (9.4), la longueur (9.5), ainsi que les positions, les pertes et le caractère des défauts ponctuels sur toute la longueur d'une fibre optique ou d'un câble à fibres optiques (9.6). Ces procédures sont destinées aux essais de contrôle de la qualité et aux essais de recette et peuvent convenir à des fins d'installation et d'entretien.

Il est également possible d'utiliser un RODT pour mesurer la continuité optique et estimer de façon approximative la continuité d'une liaison par fibres optiques.

9.2 Appareillage

Normalement, un RODT doit comprendre la liste minimale de composants suivante (voir figure 7).

9.2.1 Emetteur optique

Il comporte habituellement une 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. Les instruments à longueurs d'onde multiples disposent généralement de plusieurs sources dont la valeur nominale se situe autour de 850 nm, 1 310 nm ou 1 550 nm ou conformément aux prescriptions de la spécification particulière. Pour ce qui concerne la mesure de l'affaiblissement, la (les) longueur(s) d'onde centrale(s) doit (doivent) être dans l'intervalle de XX nm. Si la valeur XX est supérieure à ± 10 nm, cela doit être précisé avec les résultats (9.7). La largeur de l'impulsion à mi-hauteur (LMH) ne doit pas dépasser 10 nm, sauf indication contraire dans la spécification particulière. Pour ce qui concerne la mesure de la longueur et des défauts ponctuels, la (les) longueur(s) d'onde centrale(s) doit (doivent) être comprise(s) dans les limites de ± 20 nm de la valeur spécifiée, sauf indication contraire dans la spécification particulière. Il est nécessaire de vérifier périodiquement la (les) longueur(s) d'onde centrale(s) et la (les) largeur(s) spectrales à l'aide d'un instrument de mesure approprié, tel qu'un analyseur de spectre optique.

NOTE – Pour une mesure courante de l'affaiblissement, une valeur de ± 20 nm pour XX est considérée comme acceptable pour la tolérance de la longueur d'onde centrale nominale. Pour des mesures très précises, la valeur de XX doit être de l'ordre de ± 10 nm, ce qui constitue une valeur cohérente par rapport à la mesure de l'affaiblissement par la méthode de la fibre coupée (méthode 793-1-C1A).

9.2.2 Accès de sortie

Il est nécessaire de prévoir des moyens permettant de relier la fibre en essai (ou la fibre amorce décrite en 9.2.9) au panneau de l'instrument ou à une fibre amorce en provenance de la source.

9.2.2.1 Il est possible que les sources optiques ne génèrent pas des conditions d'injection bien maîtrisées ou adaptées à cette procédure d'essai. Par conséquent, sauf indication contraire dans la spécification particulière, les conditions d'injection relatives aux mesures de l'affaiblissement doivent être celles employées lors des mesures de l'affaiblissement par la méthode de la fibre coupée (méthode 793-1-C1A). Pour ce qui concerne la mesure de la longueur, il est possible que les conditions d'injection ne soient pas critiques. Sauf indication contraire dans la spécification particulière, les conditions d'injection relatives à la mesure de la longueur doivent être laissées à la discrétion du personnel chargé des essais. Etant donné que les mesures des défauts ponctuels se composent de la mesure de l'affaiblissement et de la mesure de la longueur, les conditions d'injection doivent être celles employées lors des mesures de l'affaiblissement par la méthode de la fibre coupée, sauf indication contraire dans la spécification particulière.

9 Method IEC 793-1-C1C – Backscattering technique

9.1 Object

This procedure describes the three basic measurements which can be made using an optical time-domain reflectometer (OTDR) – attenuation or attenuation coefficient (9.4), length (9.5), and the positions, losses, and character of point defects along an optical fibre or fibre cable (9.6). These procedures are intended for quality control and acceptance testing and may also be appropriate for installation and maintenance purposes.

An OTDR may also be used to measure optical continuity providing a rough estimate of whether or not a fibre optic link is continuous.

9.2 Apparatus

An OTDR shall normally consist of the following minimal list of components (see figure 7).

9.2.1 Optical transmitter

This usually includes a pulsed laser diode source capable of one or more pulse durations and pulse repetition rates. Multiple wavelength instruments usually have multiple sources, nominally around 850 nm, 1 310 nm, or 1 550 nm, or as specified in the detail specification. For attenuation measurement, the central wavelength(s) shall lie within XX nm. If XX is greater than ± 10 nm, it shall be reported in the results (9.7). The Full Width Half Maximum (FWHM) shall not exceed 10 nm unless specified in the detail specification. For length and point defect measurements, the central wavelength(s) shall lie within ± 20 nm of the specified value, unless otherwise specified in the detail specification. The central wavelength(s) and spectral width(s) shall be periodically verified using a suitable measuring instrument, such as optical spectrum analyzer.

NOTE – For normal attenuation measurement, a value of ± 20 nm for XX is acceptable for the nominal central wavelength tolerance. For very accurate measurements the value of XX shall be within ± 10 nm which is consistent with the cutback attenuation measurement method IEC 793-1-C1A.

9.2.2 Output port

Means shall be provided for connecting the test fibre (or the optional dead-zone fibre of 9.2.9) to the instrument panel or to a fibre pigtail from the source.

9.2.2.1 Optical sources may not produce launch conditions that are well controlled or appropriate to this test procedure. Therefore, unless otherwise specified in the detail specification, launch conditions for attenuation measurements shall be those used in cutback attenuation measurements (method IEC 793-1-C1A). For length measurement, launch conditions may not be critical. Unless otherwise specified in the detail specification, launch conditions for length measurement shall be at the discretion of the test personnel. Since point defect measurements consist of length and attenuation measurement, launch conditions shall be those used in cutback attenuation measurements unless otherwise specified in the detail specification.

9.2.2.2 Il convient de noter que les sources des systèmes de transmission peuvent avoir des conditions d'injection différentes de celles spécifiées en 9.2.2.1. Pour les besoins de qualification, les conditions d'injection doivent faire l'objet d'un accord dans la spécification particulière.

9.2.3 *Dérivateur optique*

Un coupleur/dérivateur 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.

9.2.4 *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.

9.2.5 *Durée d'impulsion et fréquence de répétition*

Il est possible de munir le RODT de commandes permettant de choisir 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. Avec certains instruments, l'optimisation peut être effectuée automatiquement. 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 – Des précautions doivent être prises 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 nécessaire. Ceci affectera, à son tour, la dynamique de mesure qui affecte la longueur maximale mesurable. La dynamique de mesure peut alors être accrue en augmentant la puissance optique de crête du rayonnement laser jusqu'au voisinage du point où des phénomènes non linéaires apparaissent dans la fibre.

9.2.6 *Dispositif de traitement du signal*

Une commande peut permettre l'obtention d'un signal moyenné pendant un temps de mesure plus long pour améliorer le rapport signal sur bruit. Des réglages du signal en temps réel sont permis avec le moyenneur stoppé, ou avec des balayages rapides pendant un court intervalle de temps.

9.2.7 *Affichage*

Il peut s'agir, par exemple, d'un tube cathodique ou d'un affichage à cristaux liquides, ou des deux, ou d'une partie de calculateur. Les caractéristiques typiques incluent:

9.2.7.1 *Afficheur graphique*: l'échelle verticale doit être graduée en décibels, correspondant à la moitié de l'affaiblissement aller et retour du signal optique en décibel. L'échelle horizontale doit être graduée en mètres ou en kilomètres, avec des longueurs correspondant à la moitié du temps de propagation de groupe aller et retour.

9.2.2.2 Note that transmission system sources may have launch conditions that differ from those of 9.2.2.1. For Qualification Approval purposes, the launch conditions shall agree in the detail specification.

9.2.3 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.

9.2.4 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.

9.2.5 Pulse duration and repetition rate

Controls on the OTDR may be provided to allow 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 some instruments, optimization may be done automatically. With a high amplitude reflection, it may be necessary to set the rate or range to a value exceeding twice the distance to the reflection to prevent spurious "ghost" images. Pulse coding techniques may also be employed.

NOTE – Care should be taken when selecting the pulse duration, repetition rate, and source power. For short length measurements, short pulse durations are necessary in order to provide necessary resolution. This in turn will affect dynamic range which impacts the maximum length measurable. The dynamic range can then be increased by increasing the peak laser optical power short of the point at which non-linear phenomena occur in the fibre.

9.2.6 Signal processor

A control may allow the use of signal averaging over a longer measurement time to enhance the signal-to-noise ratio. Real-time adjustments to the signal are allowed with the averager off, or with high speed sweeps over a short time interval.

9.2.7 Display

This may be, for example, a cathode ray tube (CRT) or liquid crystal display (LCD) or both, or part of a computer. Typical features include:

9.2.7.1 *Graphical display:* the vertical graduated scale shall be in decibels, corresponding to half the decibel change of the round-trip optical signal loss. The horizontal graduated scale shall be in metres or kilometres with lengths corresponding to half the round-trip optical group delay.

9.2.7.2 Contrôleurs graphiques: des commandes sur le panneau de l'instrument doivent permettre le positionnement de la trace sur l'écran d'affichage et permettre l'expansion de zones de l'écran sur une échelle plus faible en longueur ou en décibels. Il est possible de fournir des commandes relatives à un ou à plusieurs curseurs mobiles pour le repérage de points sur la trace.

9.2.7.3 Affichage alphanumérique: il peut s'agir d'un dispositif faisant partie de l'afficheur graphique ou d'un dispositif indépendant de celui-ci. Il doit donner les coordonnées des curseurs mobiles, ainsi que toute information supplémentaire appropriée concernant l'instrument.

9.2.8 Interface de données (facultative)

L'instrument peut être capable de fournir une copie sur papier de la trace sur l'affichage et d'être relié à un ordinateur.

9.2.9 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. Ceci peut être réalisé en les incorporant dans le dispositif de coupleur/dérivateur ou par masquage électronique. Pour supprimer la première réflexion au niveau du connecteur du RODT, il est possible d'utiliser une fibre amorce (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 en essai. Pour ce qui concerne la mesure de la longueur par la méthode C à point unique (9.5.8), la fibre amorce doit avoir une longueur z_D , connue avec précision.

9.2.10 Épissures et connecteurs

Sauf spécification 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 en 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. Avec certains RODT, ces connexions peuvent être optimisées à l'aide d'un signal en temps réel tel que décrit en 9.2.6.

9.3 Échantillon en essai

9.3.1 L'échantillon en essai est présenté sous la forme d'une fibre enroulée autour d'une bobine ou contenue dans un câble, ou respectant des 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 – Des précautions doivent être prises pour que la tension d'enroulement de la fibre n'introduise ni affaiblissement artificiel pour les mesures de l'affaiblissement ou des défauts ponctuels, ni allongement important pour les mesures de la longueur ou des défauts ponctuels.

9.3.2 Si l'indice effectif de propagation de groupe n'est pas connu et qu'une mesure de longueur doit être effectuée, il est nécessaire de prévoir une fibre ou un câble d'étalonnage, similaire à l'échantillon en essai indiqué en 9.3.1; voir 9.5.9.

9.2.7.2 *Graphical controllers*: instrument panel controls shall allow positioning of the trace on the display, and shall allow expanding portions of the display over a smaller range of length or decibels. Controls for one or more movable cursors capable of marking points on the trace may be provided.

9.2.7.3 *Alphanumeric display*: this may be part of, or separate from, the graphical display. It shall give the coordinates of the movable cursors, plus any additional information appropriate for the instrument.

9.2.8 *Data interface (optional)*

The instrument may be capable of providing a hard copy of the display trace, and of interfacing with a computer.

9.2.9 *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 meters numerically exceeding one-tenth the displayed pulse duration in nanoseconds) may be used between the OTDR connector and the test sample. For length measurement by the single-point method C (9.5.8), the dead-zone fibre shall have an accurately known length z_D .

9.2.10 *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. With some OTDRs, these connections may be actively optimized with the help of a real-time signal as in 9.2.6.

9.3 *Test sample*

9.3.1 This is a fibre on a reel or within a cable, or 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 so that winding tension does not introduce artificial attenuation for point defect or attenuation measurements or substantial elongation for length or point defect measurements.

9.3.2 If the effective group delay index is not known and a length measurement is to be made, a calibration fibre or cable, similar to the test sample in 9.3.1, shall be provided; see 9.5.9.

9.4 *Procédure d'essai – Mesure de l'affaiblissement d'une fibre ou d'un câble à l'aide d'un RODT*

Le présent paragraphe décrit 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. 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.

9.4.1 Connecter l'échantillon en 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.

9.4.2 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 méthode d'essai prescrite pour la mesure de la longueur des fibres ou des câbles (9.5) pour la déterminer.

9.4.3 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 et l'indice de propagation de groupe de l'échantillon en essai (si celui-ci est prescrit par le 9.4.2). Les valeurs de certains de ces paramètres peuvent être présélectionnées dans l'instrument.

9.4.4 Ajuster l'instrument de manière à faire apparaître un signal de rétrodiffusion en provenance de l'échantillon en essai. Il peut être avantageux de commencer par un réglage grossier de l'échelle en vertical et en horizontal pour maximaliser la longueur affichée. Un exemple est donné à la figure 8.

9.4.5 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).

9.4.5.1 (En option avec 9.4.7.3) Si une fibre amorce est utilisée, se reporter à la figure 8. Placer un curseur au début de la trace correspondant à l'échantillon en 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 $z_0 = 0$.

9.4.5.2 Placer un curseur au début de la portion linéaire (après l'extrémité proche) de la trace relative à l'échantillon en essai. Si la fibre amorce est utilisée (figure 8), 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 9), 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 par l'intermédiaire de l'afficheur alphanumérique.

9.4.5.3 Placer le même curseur ou un autre curseur à la fin de la trace correspondant à l'échantillon en essai en un point similaire à celui indiqué au 9.4.5.1. 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.

9.4 Test procedure – Measurement of fibre or cable attenuation using an OTDR

The use of an OTDR for indirect measurement of the attenuation or the attenuation coefficient of an optical fibre or fibre cable is described in this subclause. 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 latter will be accepted as correct, unless otherwise specified in the detail specification.

9.4.1 Connect the test sample 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.

9.4.2 If the attenuation coefficient and accurate distances are to be recorded, the effective group delay index of the test sample is required. If this value is not known, use the test procedure for measurement of fibre or cable length (9.5) to determine it.

9.4.3 Enter OTDR parameters such as source wavelength, pulse duration, length range, and signal averaging into the instrument, along with the test sample effective group index (if required by 9.4.2). The values of some of these parameters may be preset in the instrument.

9.4.4 Adjust the instrument to display a backscatter signal from the test sample. It may be advantageous to begin with coarse vertical and horizontal scaling to maximize the length displayed. An example is given in figure 8.

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

9.4.5.1 (Optional with 9.4.7.3) If a dead-zone fibre is used, refer to figure 8. Place a cursor at the beginning of the test sample 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 $z_0 = 0$.

9.4.5.2 Place a cursor on the beginning of the linear portion (after the near-end) of the trace for the test sample. If the dead-zone fibre is used (figure 8), place the cursor beyond the recovery from the small reflection at the end of the dead-zone fibre. If the dead-zone fibre is not used (figure 9), place the cursor beyond the dead-zone of the OTDR connector. Obtain the distance and power coordinates z_1 , P_1 via the alphanumeric display.

9.4.5.3 Place the same or another cursor at the end of the test sample at a point similar to that in 9.4.5.1. 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.

A titre de méthode alternative, fracturer l'extrémité distante de la fibre, si possible, pour générer une réflexion en ce point. Déterminer les coordonnées z_2 , P_2 .

9.4.6 Répéter l'essai pour un signal injecté dans l'échantillon en essai dans la direction opposée et pour d'autres longueurs d'onde, sauf indication contraire dans la spécification particulière. Les courbes dans les deux directions à la même longueur d'onde sont moyennées pour éliminer les effets des propriétés de la rétrodiffusion variables avec la longueur, telles qu'un gain apparent. Il en résulte un résultat estimé de l'affaiblissement plus précis.

9.4.7 Effectuer les calculs prescrits dans la spécification particulière.

9.4.7.1 L'affaiblissement unidirectionnel de rétrodiffusion de la section de fibre ou de câble, commençant après la zone morte est donné par $(P_1 - P_2)$ dB.

9.4.7.2 L'affaiblissement linéique unidirectionnel de rétrodiffusion de la section de fibre ou de câble est donné par $a = (P_1 - P_2)/(z_2 - z_1)$ dB/km.

9.4.7.3 (En option avec le 9.4.5.1) L'affaiblissement unidirectionnel par rétrodiffusion de la longueur totale de la fibre ou du câble est donné par $(P_1 - P_2) + a(z_1 - z_0)$ dB (où a est précisé en 9.4.7.2) ou de façon équivalente par $(P_1 - P_2)(z_2 - z_0)/(z_2 - z_1)$ dB.

9.4.7.4 Certains RODT peuvent effectuer automatiquement les soustractions à deux points indiquées aux 9.4.7.1 à 9.4.7.3.

NOTE – Certains RODT peuvent aussi effectuer une approximation 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 doit être indiqué dans la spécification particulière.

9.4.7.5 Comme en 9.4.6, répéter les calculs pour toutes les mesures effectuées dans la direction opposée et pour d'autres longueurs d'onde. Moyenner les calculs effectués pour les deux directions à la même longueur d'onde pour obtenir l'affaiblissement. Certains RODT peuvent effectuer les calculs automatiquement.

9.5 Procédure d'essai – Mesure de la longueur d'une fibre ou d'un câble à l'aide d'un RODT

La présente méthode décrit l'utilisation d'un RODT pour mesurer la longueur d'une fibre optique ou d'un câble à fibres optiques.

Une méthode à deux points, appelée méthode A est employée lorsqu'une section de fibre ou de câble de longueur inconnue précède la fibre ou le câble en essai.

Il existe deux méthodes à un seul point: la méthode B, qui est utilisée lorsqu'aucune section de fibre ne précède la fibre en essai, alors que la méthode C est utilisée lorsqu'une section de fibre de longueur connue et d'indice de groupe effectif similaire à celui de la fibre à soumettre à l'essai précède cette dernière.

NOTE – Pour ce qui concerne la mesure d'un câble, il est important de noter qu'il y a une sur-longueur de fibre dans le câble, due à la structure de la plupart des câbles. En raison de la sur-longueur des fibres dans un câble, l'indice de groupe effectif du câble est supérieur à l'indice de groupe effectif relatif à une fibre de même type. Ceci engendre un écart entre la longueur de la fibre dans le câble et la longueur du câble.

9.5.1 Connecter l'échantillon en 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.

Alternatively, cleave the fibre far-end, if possible, to produce a reflection there. Obtain the coordinates z_2 , P_2 .

9.4.6 Repeat the test for a signal launched into the test sample in the opposite direction or for other wavelengths, unless otherwise required by the detail specification. Bi-directional traces at the same wavelength are averaged to eliminate the effects of length-varying backscatter properties such as apparent gain. More accurate loss estimates result.

9.4.7 Perform the calculations required in the detail specification.

9.4.7.1 The unidirectional backscatter attenuation of the fibre or cable section beginning after the dead-zone is given by $(P_1 - P_2)$ dB.

9.4.7.2 The unidirectional backscatter attenuation coefficient of the fibre or cable section is given by $a = (P_1 - P_2)/(z_2 - z_1)$ dB/km.

9.4.7.3 (Optional with 9.4.5.1) The unidirectional backscatter attenuation of the total fibre or cable section is given by $(P_1 - P_2) + a(z_1 - z_0)$ dB (where a is given in 9.4.5.2), or equivalently by $(P_1 - P_2)(z_2 - z_0)/(z_2 - z_1)$ dB.

9.4.7.4 Some OTDRs can automatically perform the two-point subtractions in 9.4.7.1 to 9.4.7.3.

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 shall be indicated in the detail specification.

9.4.7.5 As per 9.4.6, repeat the calculations for any measurements made in the opposite direction and for other wavelengths. Average the calculations made for bi-directional measurements at the same wavelength to achieve the attenuation. Some OTDRs can perform these calculations automatically.

9.5 Test procedure – Measurement of fibre or cable length using an OTDR

This procedure describes using an OTDR to measure the length of an optical fibre or fibre cable.

A two-point method, method A, is employed when a fibre or cable section of unknown length precedes the test fibre or cable.

There are two single-point methods: method B is used with no preceding section, while method C is used with a preceding section of fibre of known length and similar effective group index as the fibre to be tested.

NOTE – For cable measurement, it is important to note that, due to the structure of most cables, there is an excess length of fibre in the cable. Due to excess fibre length within a cable, the cable effective group index exceeds the fibre effective group index for the same fibre type. This will lead to discrepancy between the fibre length in the cable and the cable length.

9.5.1 Connect the test sample 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.

9.5.2 Etant donné que des distances précises doivent être enregistrées, il est nécessaire de déterminer l'indice effectif de temps de propagation de groupe de l'échantillon en essai. Si cette valeur n'est pas connue, utiliser la méthode préconisée en 9.5.9 pour la déterminer.

9.5.3 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 et l'indice de propagation de groupe de l'échantillon en essai. Les valeurs de certains de ces paramètres peuvent être présélectionnées dans l'instrument.

9.5.4 Ajuster l'instrument de manière à faire apparaître un signal de rétrodiffusion en provenance de l'échantillon en essai. Il peut être avantageux de commencer par un réglage grossier de l'échelle en vertical et en horizontal pour maximaliser la longueur affichée.

9.5.5 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).

9.5.6 Méthode à deux points: méthode A

Cette méthode est employée lorsqu'une section de fibre ou de câble (ou une fibre amorce) précède l'échantillon en essai.

9.5.6.1 Placer un curseur au début de la trace correspondant à l'échantillon en essai avant toute chute de puissance (cette opération peut s'avérer difficile à réaliser – figure 10), ou en un point (qui peut être spécifié par le fabricant) sur le front montant de l'impulsion de réflexion (figure 11). 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_1 de la distance par l'intermédiaire de l'affichage alphanumérique.

9.5.6.2 Placer le même curseur ou un autre curseur à la fin de la trace correspondant à l'échantillon en essai en un point similaire à celui indiqué en 9.5.6.1. 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. A titre de méthode alternative, fracturer l'extrémité distante de la fibre, si possible, pour générer une réflexion en ce point. Si la fin de la trace est située en dessous du palier de bruit, la mesure de la longueur peut présenter une erreur maximale égale à la largeur d'impulsion. Déterminer la coordonnée z_2 relative à la distance.

9.5.6.3 Pour assurer une précision maximale sur la valeur de la longueur, il est préférable que la nature des points de descente ou de montée en z_1 et z_2 soit semblable. Déterminer la longueur de l'échantillon en essai ($z_2 - z_1$).

9.5.7 Méthode à un seul point: méthode B

Cette méthode est employée lorsqu'aucune section de fibre ou de câble (ou fibre amorce) ne précède l'échantillon en essai (figure 12).

9.5.7.1 Placer un curseur à la fin de la trace correspondant à l'échantillon en essai avant toute chute de puissance (cette opération peut s'avérer difficile à réaliser), ou en un point (qui peut être spécifié par le fabricant) sur le front montant de l'impulsion de réflexion. 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. Si la fin de la trace est

9.5.2 Since accurate distances are to be recorded, the effective group delay index of the test sample is required. If this value is not known, use 9.5.9 to determine it.

9.5.3 Enter OTDR parameters such as source wavelength, pulse duration, length range, and signal averaging into the instrument, along with the test sample effective group index. The values of some of these parameters may be preset in the instrument.

9.5.4 Adjust the instrument to display a backscatter signal from the test sample. It may be advantageous to begin with coarse vertical and horizontal scaling to maximize the length displayed.

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

9.5.6 *Two-point method A*

This method is employed when a fibre or cable section (or a dead-zone fibre) of unknown length precedes the test sample.

9.5.6.1 Place a cursor at the beginning of the test sample prior to any power drop-off (which may be difficult to do) (figure 10), or at a point (which may be specified by the manufacturer) on the rising edge of the reflection pulse (figure 11). If the beginning is not apparent due to minimal discontinuity, apply a tight bend at this location and vary the radius to assist in cursor placement. Obtain the distance coordinate z_1 via the alphanumeric display.

9.5.6.2 Place the same or another cursor at the end of the test sample at a point similar to that in 9.5.6.1. (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. If the end is below the noise floor, the length measurement may have a maximum error equal to the pulse length). Obtain the distance coordinate z_2 .

9.5.6.3 For maximum length accuracy, the nature of the drop-off or rise-time points at z_1 and z_2 should be similar. Obtain the test sample length ($z_2 - z_1$).

9.5.7 *Single-point method B*

This is employed when no fibre or cable section (or dead-zone fibre) precedes the test sample (figure 12).

9.5.7.1 Place a cursor at the end of the test sample 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 end is not apparent due to minimal discontinuity, apply a tight bend at this location and vary the radius to assist in cursor placement. If the end is below the noise floor, the length measurement may have a maximum error equal to the pulse length.

située en-dessous du palier de bruit, la mesure de la longueur peut présenter une erreur maximale égale à la largeur d'impulsion. A titre de méthode alternative, fracturer l'extrémité distante de la fibre, si possible, pour générer une réflexion en ce point. Déterminer la coordonnée z_2 , relative à la distance.

9.5.7.2 La longueur de l'échantillon en essai est égale à z_2 .

9.5.8 Méthode à un seul point: méthode C

Cette méthode est employée lorsqu'une section de fibre ou de câble (ou fibre amorce) de longueur connue z_D précède l'échantillon en essai (figure 13). La longueur peut être obtenue par une mesure mécanique, en utilisant, par exemple, des dispositifs de type à contact munis de compteurs.

NOTE – La fibre utilisée dans la section qui précède (ou la fibre amorce) doit avoir un indice effectif de propagation de groupe similaire à celui de l'échantillon en essai.

9.5.8.1 Effectuer les étapes prescrites en 9.5.7.1.

9.5.8.2 La longueur de l'échantillon en essai est égale à $(z_2 - z_D)$.

9.5.9 Détermination de l'indice de groupe

9.5.9.1 Déterminer avec précision la longueur physique de la fibre ou du câble d'étalonnage prescrite en 9.3.2. Ceci peut être effectué par une mesure mécanique, en utilisant, par exemple, des dispositifs de type à contact munis de compteurs.

9.5.9.2 Effectuer les étapes prescrites en 9.5.1 pour la fibre ou le câble étalon.

9.5.9.3 Effectuer les étapes prescrites en 9.5.3, mais avec un indice de groupe choisi arbitrairement.

9.5.9.4 Placer un curseur au début de la trace, comme cela a été prescrit en 9.5.6.1. Déterminer la coordonnée z_1 , relative à la distance, par l'intermédiaire de l'afficheur alphanumérique.

9.5.9.5 Placer un autre curseur à la fin de la trace, comme cela a été prescrit en 9.5.6.2. Déterminer la coordonnée z_2 , relative à la distance.

9.5.9.6 Ajuster l'échelle des indices de groupe jusqu'à ce que la différence $(z_2 - z_1)$, qui peut être automatiquement calculée par l'instrument, soit égale à la longueur déterminée en 9.5.9.1.

NOTE – En raison de la sur-longueur des fibres dans un câble, l'indice de groupe d'un câble est supérieur à l'indice de groupe de la fibre pour le même type de fibre.

9.6 Procédure d'essai – Mesure des défauts ponctuels d'une fibre à l'aide d'un RODT

Cette procédure décrit la méthode permettant d'utiliser un RODT pour mesurer les positions, les pertes et la nature des défauts ponctuels sur toute la longueur d'une fibre optique ou d'un câble à fibres optiques.

Un «défaut ponctuel» est une déviation locale temporaire ou permanente du signal continu d'un RODT dans les sens aller ou retour. La nature de la déviation peut varier en fonction des conditions d'essai (ex.: durée d'impulsion, longueur d'onde et sens du signal du RODT).