

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60793-1-41

Première édition
First edition
2001-07

Fibres optiques –

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

Optical fibres –

**Part 1-41:
Measurement methods and test procedures –
Bandwidth**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60793-1-41:2001

Numérotation des publications

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

Editions consolidées

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

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

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

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

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

- IEC Just Published

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

- Service clients

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

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

Publication numbering

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

Consolidated editions

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

Further information on IEC publications

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

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

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

- IEC Just Published

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

- Customer Service Centre

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

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

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC

60793-1-41

Première édition
First edition
2001-07

Fibres optiques –

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

Optical fibres –

**Part 1-41:
Measurement methods and test procedures –
Bandwidth**

© IEC 2001 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembe Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

M

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	4
INTRODUCTION	8
1 Domaine d'application	10
2 Références normatives.....	10
3 Vue d'ensemble de la réponse modale en bande de base	10
4 Description générale des méthodes.....	12
4.1 Méthode A – Réponse impulsionnelle	12
4.2 Méthode B – Réponse fréquentielle	12
5 Appareillage.....	12
5.1 Conditions d'injection	12
5.2 Source optique.....	14
5.3 Extracteur de modes de gaine	14
5.4 Détecteur optique.....	14
5.5 Equipement auxiliaire	14
6 Echantillonnage et échantillons à l'essai.....	18
6.1 Longueur de l'échantillon à l'essai	18
6.2 Surface d'extrémité de l'échantillon à l'essai.....	18
6.3 Fibre de référence.....	18
6.3.1 Longueur de référence	18
7 Procédure	18
7.1 Alignement de l'injection.....	18
7.2 Alignement du détecteur.....	18
7.3 Acquisition et exploitation des données	18
7.3.1 Fibre de référence.....	18
7.3.2 Eprouvette	18
8 Calculs.....	18
9 Résultats.....	20
9.1 Informations à fournir pour chaque mesure.....	20
9.2 Informations à fournir sur demande	20
10 Informations à mentionner dans la spécification.....	20
Annexe A (normative) Prescriptions spécifiques à la méthode A – Réponse impulsionnelle .	22
Annexe B (normative) Prescriptions spécifiques à la méthode B – Réponse fréquentielle	24

CONTENTS

FOREWORD	5
INTRODUCTION	9
1 Scope	11
2 Normative references	11
3 Overview of modal baseband response.....	11
4 General description of methods	13
4.1 Method A – Impulse response	13
4.2 Method B – Frequency response	13
5 Apparatus	13
5.1 Launch arrangement	13
5.2 Optical source.....	15
5.3 Cladding mode stripper	15
5.4 Optical detector.....	15
5.5 Auxiliary equipment.....	17
6 Sampling and specimens.....	19
6.1 Specimen length	19
6.2 Specimen end face	19
6.3 Reference fibre	19
6.3.1 Reference length.....	19
7 Procedure	19
7.1 Launch alignment.....	19
7.2 Detector alignment.....	19
7.3 Data acquisition and processing	19
7.3.1 Reference fibre	19
7.3.2 Specimen.....	19
8 Calculations	19
9 Results	21
9.1 Information to be provided with each measurement	21
9.2 Information available upon request.....	21
10 Specification information	21
Annex A (normative) Requirements specific to method A – Impulsive response	23
Annex B (normative) Requirements specific to method B – Frequency response.....	25

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

FIBRES OPTIQUES –

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

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes Internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques, représentent, dans la mesure du possible un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, spécifications techniques, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60793-1-41 a été établie par le sous-comité 86A: Fibres et câbles, du comité d'études 86 de la CEI: Fibres optiques.

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

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
86A/670/FDIS	86A/694/RVD

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

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

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

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

OPTICAL FIBRES –

**Part 1-41: Measurement methods and test procedures –
Bandwidth**

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical specifications, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60793-1-41 has been prepared by subcommittee 86A: Fibres and cables, of IEC technical committee 86: Fibre optics.

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

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

FDIS	Report on voting
86A/670/FDIS	86A/694/RVD

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

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

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

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

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

- Partie 1-40: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Affaiblissement
- Partie 1-41: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Largeur de bande
- Partie 1-42: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Dispersion chromatique
- Partie 1-43 Méthodes de mesure et procédures d'essai – Ouverture numérique
- Partie 1-44: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Longueur d'onde de coupure
- Partie 1-45: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Diamètre du champ de mode
- Partie 1-46: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Contrôle des variations du facteur de transmission
- Partie 1-47: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Pertes dues aux macrocourbures
- Partie 1-48: Méthodes de mesure et procédures d'essai – A l'étude
- Partie 1-49: Méthodes de mesure et procédures d'essai – A l'étude

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

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

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

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

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

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

INTRODUCTION

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

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

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

INTRODUCTION

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

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

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

FIBRES OPTIQUES –

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

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60793 établit des prescriptions uniformes pour mesurer la réponse modale en bande de base (largeur de bande) d'une fibre optique, contribuant ainsi au contrôle des fibres et câbles dans des relations commerciales.

Deux méthodes pour mesurer la largeur de bande sont présentées:

- méthode A: réponse impulsionnelle;
- méthode B: réponse fréquentielle.

Les deux méthodes s'appliquent à la mesure de la largeur de bande des fibres multimodales de catégorie A1. L'application aux autres catégories de fibres multimodales de classe A est à l'étude. Aucune des méthodes ne s'applique à la mesure de la largeur de bande sur fibres unimodales de type B.

L'information commune à l'ensemble des méthodes est contenue dans les articles 1 à 8, et l'information concernant individuellement chacune des méthodes se trouve dans les annexes A et B.

2 Références normatives

Aucune.

3 Vue d'ensemble de la réponse modale en bande de base

La réponse modale en bande de base est une contribution à la réponse en bande de base totale, qui peut être représentée par l'expression:

$$B_T = (B_m^{-2} + B_{ch}^{-2})^{-1/2} \quad (1)$$

où

B_T est la largeur de bande complète (incluant la distorsion modale et la dispersion chromatique);

B_m est la largeur de bande de distorsion modale;

B_{ch} est la largeur de bande de dispersion chromatique (voir note 2).

NOTE 1 On suppose à la fois que la réponse en bande de base de distorsion modale et le spectre de source sont gaussiens.

NOTE 2 B_{ch} , la largeur de bande chromatique, est inversement proportionnelle à la longueur de l'échantillon et, dans l'hypothèse d'une source gaussienne, peut être exprimée comme suit:

$$B_{ch} = \frac{0,44 \times 10^6}{\Delta\lambda \times D(\lambda) \times L} \quad (2)$$

OPTICAL FIBRES –

Part 1-41: Measurement methods and test procedures – Bandwidth

1 Scope

This part of IEC 60793 establishes uniform requirements for measuring the modal baseband response (bandwidth) of optical fibre, thereby assisting in the inspection of fibres and cables for commercial purposes.

Two methods are described for measuring bandwidth:

- method A: impulse response;
- method B: frequency response.

Both methods apply to the measurement of bandwidth of category A1 multimode fibres. Application to other categories of class A multimode fibres is under study. Neither method applies to measurement of bandwidth for type B single-mode fibres.

Information common to both measurements is contained in clauses 1 to 8, and information pertaining to each individual method appears in annexes A and B.

2 Normative references

None.

3 Overview of modal baseband response

The modal baseband response is a component of the total baseband response, which can be represented by the expression:

$$B_T = \left(B_m^{-2} + B_{ch}^{-2} \right)^{-1/2} \quad (1)$$

where

B_T is the overall bandwidth (including modal distortion and chromatic dispersion);

B_m is the modal distortion bandwidth;

B_{ch} is the chromatic dispersion bandwidth (see note 2).

NOTE 1 Both the fibre modal distortion baseband response and the source spectrum are assumed to be Gaussian.

NOTE 2 The chromatic bandwidth B_{ch} is inversely proportional to the section length and, if the source spectrum is assumed to be Gaussian, can be expressed as follows:

$$B_{ch} = \frac{0,44 \times 10^6}{\Delta\lambda \times D(\lambda) \times L} \quad (2)$$

où

B_{ch} est la largeur de la bande chromatique (MHz);

$\Delta\lambda$ est la largeur spectrale de la source, largeur à mi-hauteur (LMH) (nm);

$D(\lambda)$ est le coefficient de dispersion chromatique (ps/(nm × km));

L est la longueur de l'échantillon (km).

NOTE 3 L'équation (2) s'applique uniquement aux longueurs d'onde loin de la longueur d'onde de dispersion nulle (λ_0). Dans l'équation (1), B_{ch}^{-2} peut être négligé aux longueurs d'onde proches de la longueur d'onde de dispersion nulle (λ_0).

Le but de cette technique est de mesurer la réponse en bande de base modale et cela est obtenu en minimisant le terme $\Delta\lambda$, de façon que la différence entre B_T et B_m soit inférieure à 10 %.

L'article 5 décrit les méthodes de mesure de réponse en bande de base modale. La réponse en bande de base modale peut être exprimée dans le domaine temporel ou fréquentiel.

4 Description générale des méthodes

4.1 Méthode A – Réponse impulsionnelle

La réponse impulsionnelle est mesurée en comparant les impulsions d'entrée et de sortie de la fibre à l'essai.

NOTE La réponse fréquentielle en bande de base et la réponse impulsionnelle peuvent être calculées au moyen d'une transformée de Fourier des impulsions d'entrée et de sortie.

4.2 Méthode B – Réponse fréquentielle

Dans la méthode de réponse fréquentielle, l'amplitude est mesurée en fonction de la fréquence

- au moyen d'une analyse spectrale du signal de sortie issu de la fibre lorsque celle-ci est excitée par une impulsion d'entrée;
- au moyen d'une analyse en sortie de signaux d'entrée balayés en fréquence ou modulés par une onde sinusoïdale discrète.

5 Appareillage

Voir respectivement les figures 1 et 2 pour la disposition générale utilisée pour les méthodes A et B.

Sauf indication contraire, utiliser l'équipement suivant pour l'une et l'autre des méthodes.

5.1 Conditions d'injection

Pour des raisons de reproductibilité, il convient que le système d'injection soit tel que sa distorsion propre soit négligeable par rapport à celle de la fibre à mesurer. Sinon, la forme d'impulsion en sortie du système d'injection doit être enregistrée puis utilisée pour la réponse en bande de base de la fibre.

Une «injection à saturation» est utilisée, dans laquelle l'ouverture numérique théorique maximale de la fibre est inférieure à celle du cône d'injection et dans laquelle le diamètre de la tache injectée est de l'ordre du diamètre du cœur de la fibre. Prendre soin d'assurer que la fibre à l'essai est exempte de microcourbures et que la répartition de l'énergie à la sortie du système d'injection est pratiquement constante et indépendante du couplage avec la source.

where

- B_{ch} is the chromatic bandwidth (MHz);
 $\Delta\lambda$ is the FWHM source line width (nm);
 $D(\lambda)$ is the chromatic dispersion coefficient (ps/(nm × km));
 L is the section length (km).

NOTE 3 Equation (2) only applies at wavelengths away from the zero-dispersion wavelength (λ_0). In equation (1), B_{ch}^{-2} may be neglected at wavelengths near the zero dispersion wavelength (λ_0).

The purpose of this technique is to measure the modal baseband response, and this is performed by minimizing the term, $\Delta\lambda$, so that the difference between B_T and B_m is less than 10 %.

Clause 5 describes methods of measuring modal baseband response. The modal baseband response can be expressed in the time domain or the frequency domain.

4 General description of methods

4.1 Method A – Impulse response

The impulse response is measured by comparing input and output pulses of the fibre under test.

NOTE With the aid of Fourier transformation of the input and output pulse, the baseband frequency response as well as the impulse response can be calculated.

4.2 Method B – Frequency response

In using the frequency response method, the amplitude is measured as a function of the frequency

- by means of spectral analysis of the output signal resulting from the fibre when excited with an input pulse;
- by output analysis of the swept frequency or discrete sine wave input signals.

5 Apparatus

See figures 1 and 2 for the general layout used for methods A and B, respectively.

Except as indicated otherwise, use the following equipment for both methods.

5.1 Launch arrangement

The launching system should, for reasons of reproducibility, be such that the pulse distortion in the launching system is negligibly small when compared with the pulse distortion in the fibre to be measured. Otherwise, the output pulse shape of the launching system shall be recorded and then used for the fibre baseband response.

A "full launch" is used in which the maximum theoretical numerical aperture of the fibre is exceeded by the launching cone, and in which the diameter of the launched spot is approximately the same as the core diameter of the fibre. Take care to ensure that the fibre under test is substantially free of microbending, and the energy distribution at the output of the launching system is substantially constant and independent from the coupling to the source.

Les appareillages suivants peuvent chacun réaliser les conditions d'injection à saturation:

- a) un système de lentilles;
- b) un système d'injection par fibre (par exemple un embrouilleur de modes à séquence saut-gradient-saut).

Pour les fibres A1, les conditions d'injection à saturation sont plus faciles à réaliser et donnent donc une meilleure reproductibilité.

5.2 Source optique

Utiliser une source laser bien au-dessus du niveau de l'émission spontanée. Elle doit être stable en position, intensité et longueur d'onde pendant la durée de l'essai. Sa longueur d'onde centrale (λ) doit être comprise dans des limites de ± 20 nm de la valeur nominale choisie parmi les gammes du tableau 1. De plus, la largeur totale à mi-hauteur maximale (LTMH) de la raie, $\Delta\lambda$, ne doit pas dépasser la valeur correspondante indiquée dans le tableau 1. Une largeur spectrale plus petite peut être prescrite pour atteindre une précision de 10 % dépendant de la largeur de bande de l'échantillon et de sa dispersion chromatique (voir article 3).

Tableau 1 – Longueur d'onde nominale de la source et largeur spectrale

λ nm	$\Delta\lambda$ nm
800 – 900	5
1 200 – 1 350	10

5.3 Extracteur de modes de gaine

Utiliser des techniques convenables pour supprimer la puissance optique se propageant dans la gaine, si cela exerce une influence notable sur le signal reçu.

5.4 Détecteur optique

Tenir compte de la largeur de bande du détecteur optique. De préférence, utiliser une photodiode à grande rapidité. Normalement, il convient que la largeur de bande du détecteur soit bien supérieure à celle de la fibre à l'essai. Cependant, on peut introduire des corrections et on doit mettre en évidence la réponse en bande de base et la non-linéarité du détecteur. Il est préférable que la sensibilité de la surface du détecteur soit uniforme.

Aligner l'extrémité de sortie de la fibre avec la surface du détecteur, de manière que la totalité de la radiation émise soit reçue par le détecteur.

5.5 Équipement auxiliaire

Voir respectivement les annexes A et B pour l'équipement auxiliaire à utiliser avec les méthodes A et B.

The following apparatus can each provide full launch conditions:

- a) lens system;
- b) launching fibre system (e.g., step-graded-step mode scrambler).

For A1 fibres, full launch conditions are easier to control and therefore give better reproducibility.

5.2 Optical source

Use a laser light source that operates well above the spontaneous emission level. It shall be stable in position, intensity and wavelength for the test duration. Its centre wavelength, (λ), shall be within ± 20 nm of the nominal value selected from the range given in table 1. In addition, the full width at half maximum (FWHM) line width, $\Delta\lambda$, shall not exceed the corresponding value given in table 1. A smaller spectral width may be required to achieve 10 % accuracy, depending on the bandwidth of the specimen and its chromatic dispersion (see clause 3).

Table 1 – Nominal source wavelength and spectral width

λ nm	$\Delta\lambda$ nm
800 – 900	5
1 200 – 1 350	10

5.3 Cladding mode stripper

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

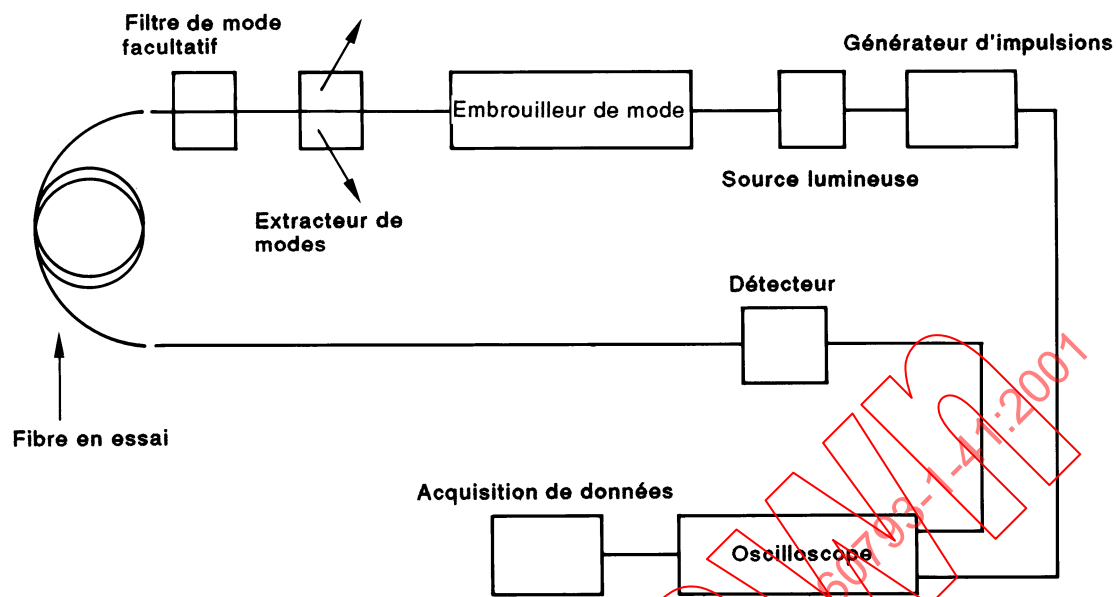
5.4 Optical detector

Take into account the bandwidth of the optical detector. Preferably, use a high-speed photodiode. Normally, the bandwidth of the detector should be well in excess of that of the fibre under test. However, corrections can be introduced, and baseband response and non-linearity of the detector shall be known. The sensitivity of the detector surface should preferably be uniform.

Align the output end of the fibre to the detector surface, such that all of the emitted radiation is received by the detector.

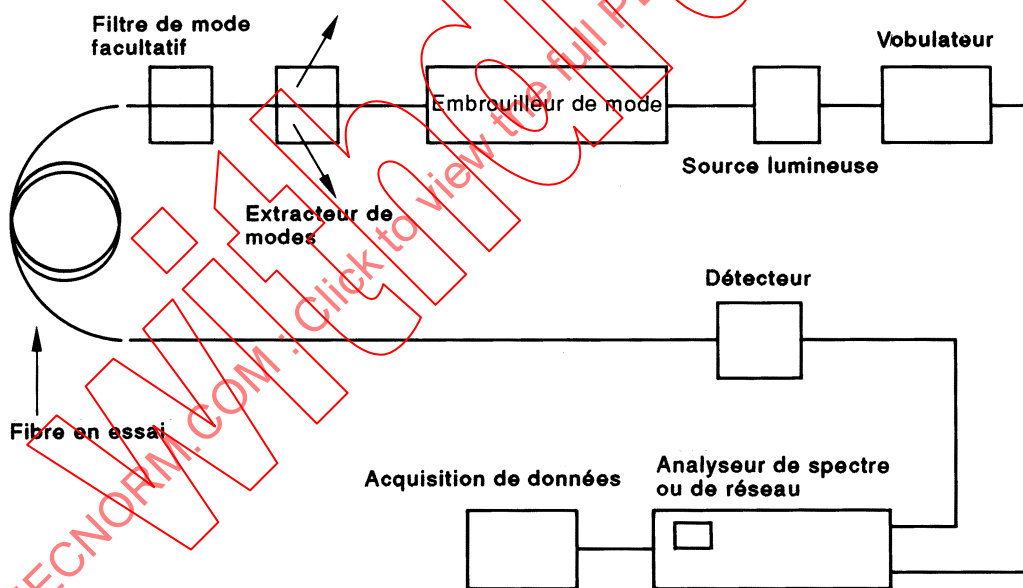
5.5 Auxiliary equipment

See annexes A and B for auxiliary equipment to use with methods A and B, respectively.



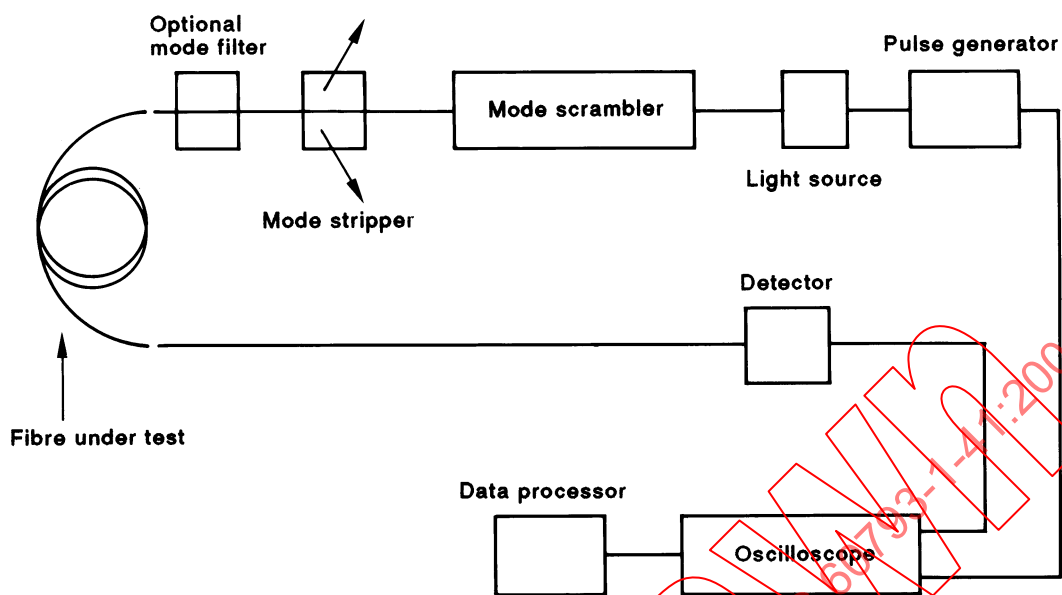
IEC 691/01

Figure 1 – Mesure de la réponse en bande de base modale –
Exemple de méthode de la réponse impulsionnelle



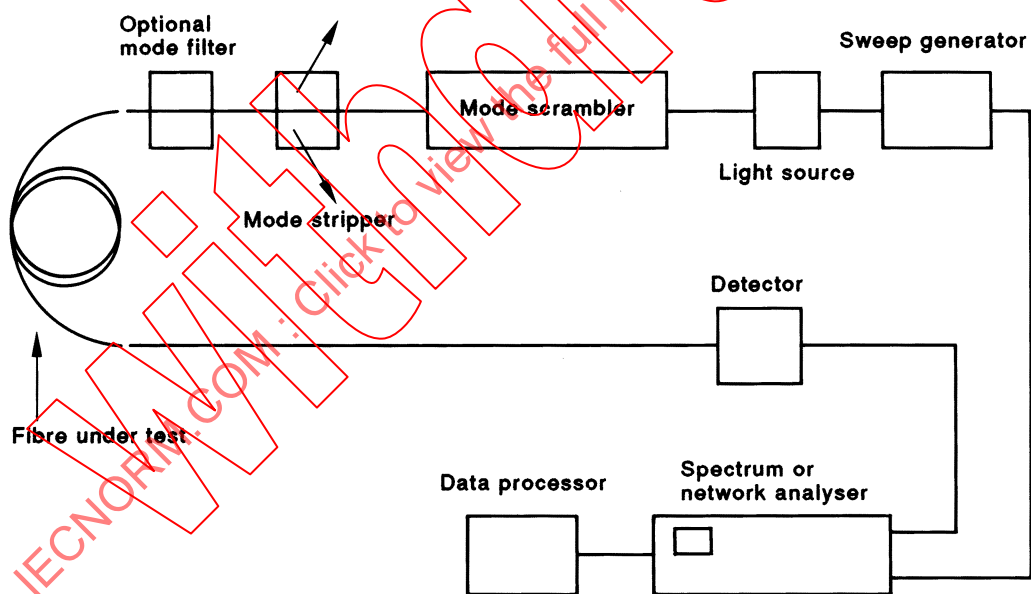
IEC 692/01

Figure 2 – Mesure de la réponse en bande de base modale –
Exemple de méthode de la réponse fréquentielle



IEC 691/01

Figure 1 – Modal baseband response measurement – Example of impulse response method



IEC 692/01

Figure 2 – Modal baseband response measurement – Example of frequency response method

6 Echantillonnage et échantillons à l'essai

6.1 Longueur de l'échantillon à l'essai

L'échantillon à l'essai doit être une longueur connue de fibre optique ou de câble.

6.2 Surface d'extrémité de l'échantillon à l'essai

Préparer une surface plane, perpendiculaire à l'axe de la fibre, à l'extrémité d'entrée et à l'extrémité de sortie de l'échantillon à l'essai.

6.3 Fibre de référence

La fibre de référence doit être du même type que celui de la fibre à l'essai.

6.3.1 Longueur de référence

La longueur de référence doit être inférieure à 1 % de celle de l'échantillon ou doit être de 10 m, selon ce qui est le plus court.

7 Procédure

La procédure suivante s'applique aux deux méthodes d'essais.

7.1 Alignement de l'injection

Aligner la fibre avec l'axe du cône d'injection.

7.2 Alignement du détecteur

Aligner l'extrémité de sortie de la fibre avec la surface du détecteur, de telle façon que les rayons émis soient reçus en totalité par le détecteur.

7.3 Acquisition et exploitation des données

Enregistrer les signaux d'entrée et de sortie de la fibre. Calculer la réponse en bande de base modale conformément aux équations de l'article 3.

7.3.1 Fibre de référence

Relever l'impulsion d'entrée de la fibre à travers la fibre de référence. Les données d'impulsion de la fibre de référence peuvent être stockées pour une utilisation avec les échantillons. Cette procédure doit être répétée, en cas de modifications sur l'optique ou l'électronique de la source ou du récepteur.

7.3.2 Eprouvette

Relever l'impulsion de sortie de la fibre à travers l'échantillon à l'essai. Calculer la réponse modale en bande de base suivant les équations de l'article 3 et les indications de l'article 6.

8 Calculs

Voir respectivement les annexes A et B pour les méthodes A et B.

6 Sampling and specimens

6.1 Specimen length

The specimen shall be a known length of optical fibre or cable.

6.2 Specimen end face

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

6.3 Reference fibre

The reference fibre shall be the same type as that of the specimen.

6.3.1 Reference length

The reference length shall be less than 1 % of the length of the specimen, or 10 m, whichever is shorter.

7 Procedure

The following procedure applies to both test methods.

7.1 Launch alignment

Align the fibre to the axis of the launch cone.

7.2 Detector alignment

Align the output end of the fibre to the detector surface, such that the detector receives all of the emitted radiation.

7.3 Data acquisition and processing

Record the fibre input and output pulses. Calculate the modal baseband response in accordance with the equations in clause 3.

7.3.1 Reference fibre

Record the fibre input pulse through the reference fibre. Pulse data from the reference fibre may be stored for use with the specimens. This procedure shall be repeated when there are changes in the source or receive electronics or optics.

7.3.2 Specimen

Record the fibre output pulse through the specimen. Calculate the modal baseband response in accordance with the equations in clause 3 and following the guidance given in clause 6.

8 Calculations

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

9 Résultats

9.1 Informations à fournir pour chaque mesure

Relever les informations suivantes pour chaque mesure:

- date et titre de la mesure;
- identification de l'échantillon à l'essai;
- longueur de l'échantillon à l'essai;
- longueur d'onde nominale à laquelle la mesure a été faite;
- largeur de bande mesurée, telle que définie par le point à -3 dB (optique) de la courbe amplitude-fréquence.

9.2 Informations à fournir sur demande

Les informations suivantes doivent être fournies sur demande:

- méthode de mesure utilisée: A ou B;
- description de tous les équipements clés utilisés, y compris leur disposition;
- description de la source optique utilisée et de sa largeur spectrale (LMH);
- résolution spectrale de l'équipement de mesure (méthode B seulement);
- courbes complètes en fréquence d'entrée et de sortie;
- détails de la technique de calcul;
- date du dernier étalonnage de l'équipement de mesure.

10 Informations à mentionner dans la spécification

La spécification particulière doit préciser les informations suivantes:

- type de fibre ou de câble mesuré;
- critères de refus ou d'acceptation;
- informations à relever;
- toute divergence applicable par rapport à la procédure.

9 Results

9.1 Information to be provided with each measurement

Report the following information with each measurement:

- date and title of measurement;
- identification of specimen;
- length of specimen;
- nominal wavelength at which the measurement was made;
- measured bandwidth, as defined by the –3 dB (optical) point of the amplitude-frequency curve.

9.2 Information available upon request

The following information shall be available upon request:

- measurement method used: A or B;
- description of all key equipment used, including arrangement;
- description of optical source used and its spectral width (FWHM);
- spectral resolution of the measurement equipment (method B only);
- full input and output pulse curves;
- details of computation technique;
- date of latest calibration of measurement equipment.

10 Specification information

The detail specification shall specify the following information:

- type of fibre or cable to be measured;
- failure or acceptance criteria;
- information to be reported;
- any deviations from the procedure that apply.

Annexe A (normative)

Prescriptions spécifiques à la méthode A – Réponse impulsionnelle

A.1 Équipement auxiliaire

Utiliser un équipement auxiliaire adapté, par exemple

- générateur de train d'impulsions optiques réglable (en largeur et en fréquence de répétition);
- oscilloscope à échantillonnage;
- enregistreurs XY.

NOTE Prendre les mesures appropriées pour assurer un étalonnage, une linéarité et une stabilité du système corrects.

A.2 Calculs

Se référer aux équations (1) et (2) de l'article 3.

La réponse impulsionnelle, $g(t)$, est définie comme étant la fonction qui, par convolution avec la puissance optique injectée dans la fibre, donne la puissance optique de sortie.

Annex A (normative)

Requirements specific to method A – Impulsive response

A.1 Auxiliary equipment

Use suitable auxiliary equipment, for example

- tunable optical pulse train generator (tunable in width and repetition rate);
- sampling oscilloscope;
- XY recorders.

NOTE Take suitable measures to ensure proper calibration, system linearity, and system stability.

A.2 Calculations

Refer to equations (1) and (2) in clause 3.

The impulse response, $g(t)$, is defined as the function which, when convoluted with the optical power input to the fibre, gives the optical power output.

Annexe B (normative)

Prescriptions spécifiques à la méthode B – Réponse fréquentielle

B.1 Equipement auxiliaire

Utiliser un équipement auxiliaire adapté, par exemple

- analyseur de spectre ou de réseau;
- source optique sinusoïdale.

NOTE Prendre les mesures appropriées pour assurer un étalonnage, une linéarité et une stabilité du système corrects.

B.2 Calculs

La réponse fréquentielle est définie comme la fonction donnée par

$$G(\omega) = \frac{P_2(\omega)}{P_1(\omega)} \quad (\text{B.1})$$

où

$G(\omega)$ est la réponse fréquentielle;

$P_1(\omega)$ est le spectre de puissance du signal de modulation à la section 1;

$P_2(\omega)$ est le spectre de puissance du signal de modulation à la section 2.

Les réponses en amplitude et en phase sont respectivement la valeur absolue et l'argument de $G(\omega)$.

NOTE Les réponses en bande de base dans le domaine temporel et dans le domaine fréquentiel pour un système linéaire sont reliées par

$$G(\omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} g(t) \exp(j\omega t) dt \quad (\text{B.2})$$

où

$G(\omega)$ est la réponse fréquentielle;

$g(t)$ est la fonction de la réponse impulsionnelle;

j est un nombre imaginaire (égal à $\sqrt{-1}$);

ω est la pulsation particulière (Hz);

t est le temps (s).

Annex B (normative)

Requirements specific to method B – Frequency response

B.1 Auxiliary equipment

Use suitable auxiliary equipment, for example

- spectrum or network analyzer;
- optical sine wave source.

NOTE Take suitable measures to ensure proper calibration, system linearity and system stability.

B.2 Calculations

The frequency response is defined as the function given by

$$G(\omega) = \frac{P_2(\omega)}{P_1(\omega)} \quad (\text{B.1})$$

where

$G(\omega)$ is the frequency response;

$P_1(\omega)$ is the power spectrum of the modulation signal at the cross-section 1;

$P_2(\omega)$ is the power spectrum of the modulation signal at the cross-section 2.

The amplitude and phase responses are the absolute value and the argument of $G(\omega)$ respectively.

NOTE The baseband response in the time domain and the frequency domain in a linear system are related to each other by

$$G(\omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} g(t) \exp(j\omega t) dt \quad (\text{B.2})$$

where

$G(\omega)$ is the frequency response;

$g(t)$ is the impulse response function;

j is an imaginary number (equals $\sqrt{-1}$);

ω is the particular circular frequency (Hz);

t is time (s).