

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC

60793-1-41

Deuxième édition
Second edition
2003-04

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 60793-1-41:2003

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 (http://www.iec.ch/searchpub/cur_fut.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 (http://www.iec.ch/online_news/justpub/jp_entry.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 (http://www.iec.ch/searchpub/cur_fut.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 (http://www.iec.ch/online_news/justpub/jp_entry.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

Deuxième édition
Second edition
2003-04

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 2003 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, 3, rue de Varembé, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: inmail@iec.ch Web: www.iec.ch



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

U

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	4
1 Domaine d'application	8
2 Références normatives	8
3 Définitions	10
4 Appareillage	10
4.1 Source de rayonnements	10
4.2 Système d'injection	12
4.3 Système de détection	14
4.4 Système d'enregistrement	16
4.5 Equipement de calcul	16
4.6 Performance du système global	16
5 Echantillonnage et échantillons à l'essai	16
5.1 Echantillon en essai	16
5.2 Echantillon de référence	18
5.3 Préparation des extrémités	18
5.4 Conditionnement de l'échantillon en essai	18
5.5 Positionnement de l'échantillon en essai	18
6 Procédure	18
6.1 Méthode A – Mesure de l'impulsion d'entrée par la méthode de distorsion d'impulsion (domaine temporel optique)	18
6.2 Méthode B – Méthode de mesure dans le domaine fréquentiel	20
7 Calculs ou interprétation des résultats	22
7.1 Fréquence -3 dB, f_{3dB}	22
7.2 Calculs pour les méthodes de présentation optionnelles	22
8 Normalisation de la longueur	22
9 Résultats	22
9.1 Informations à fournir pour chaque essai	22
9.2 Informations à fournir sur demande	24
10 Information à mentionner dans la spécification	24
Annexe A (normative) Facteur de dispersion intramodale et limite de dispersion intermodale normalisée	26
Annexe B (normative) Fonction de transfert de fibre, $H(f)$	34
Annexe C (normative) Calculs pour d'autres méthodes de présentation	36
Annexe D (informative) Comparaison entre cette méthode d'essai et les prescriptions de l'UIT	38
Annexe E (informative) Prescriptions d'embrouilleur de modes pour les conditions d'injection saturées sur les fibres multimodales	40
Bibliographie	52

CONTENTS

FOREWORD	5
1 Scope	9
2 Normative references	9
3 Definition	11
4 Apparatus	11
4.1 Radiation source	11
4.2 Launch system	13
4.3 Detection system	15
4.4 Recording system	17
4.5 Computational equipment	17
4.6 Overall system performance	17
5 Sampling and specimens	17
5.1 Test sample	17
5.2 Reference sample	19
5.3 End preparation	19
5.4 Test sample packaging	19
5.5 Test sample positioning	19
6 Procedure	19
6.1 Method A – Pulse distortion method (optical time domain) input pulse measurement	19
6.2 Method B – Frequency domain measurement method	21
7 Calculations or interpretation of results	23
7.1 –3 dB frequency, $f_{3\text{dB}}$	23
7.2 Calculations for optional reporting methods	23
8 Length normalization	23
9 Results	23
9.1 Information to be provided with each measurement	23
9.2 Informations available upon request	25
10 Specification information	25
Annex A (normative) Intramodal dispersion factor and the normalized intermodal dispersion limit	27
Annex B (normative) Fibre transfer function, $H(f)$	35
Annex C (normative) Calculations for other reporting methods	37
Annex D (informative) Comparison between this test method and ITU requirements	39
Annex E (informative) Mode scrambler requirements for overfilled launching conditions to multimode fibres	41
Bibliography	53

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.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 2001. Cette édition constitue une révision technique.

Cette nouvelle édition est une mise à jour complétée en particulier par l'injection réduite destinée à la mesure des largeurs de bandes pour le système de transmission à injection laser.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
86A/841/FDIS	86A/853/RVD

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

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La présente norme doit être lue conjointement à la CEI 6793-1-1.

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 second edition cancels and replaces the first edition published in 2001. This edition constitutes a technical revision.

This new edition updates and completes the earlier edition in particular by the restricted mode launch intended for the laser launch transmission system.

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

FDIS	Report on voting
86A/841/FDIS	86A/853/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 2.

This standard is to be read in conjunction with IEC 60793-1-1.

La CEI 60793-1-4X comprend les parties suivantes, 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 optique
- Partie 1-47: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Pertes dues aux macro-courbures
- Partie 1-48: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Dispersion de mode de polarisation ¹⁾
- Partie 1-49: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Retard différentiel de mode ²⁾

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2007. A cette date, la publication sera

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

1) A publier.

2) A publier.

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 – Polarisation mode dispersion ¹⁾
- Part 1-49: Measurement methods and test procedures – Differential mode delay ²⁾

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2007. At this date, the publication will be

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

1) To be published.

2) To be published.

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 décrit deux méthodes pour déterminer et mesurer la largeur de bande modale des fibres optiques multimodales (voir les CEI 60793-2-10, CEI 60793-2-30 et CEI 60793-2-40). La réponse fréquentielle en bande de base est directement mesurée dans le domaine fréquentiel en déterminant la réponse de la fibre à une source lumineuse modulée sinusoïdalement. La réponse en bande de base peut également être mesurée en observant l'élargissement d'une impulsion étroite de lumière. Ces deux méthodes sont les suivantes:

Méthode A – Méthode de mesure dans le domaine temporel optique (distorsion d'impulsion)

Méthode B – Méthode de mesure dans le domaine fréquentiel

Chaque méthode peut être réalisée en utilisant une des deux injections suivantes: condition d'injection saturée (overfilled launch, OFL) ou condition d'injection en mode partiel (restricted mode launch, RML).

NOTE Ces méthodes d'essai sont généralement utilisées dans les équipements de production et les équipements de recherche et ne sont pas facilement réalisées sur le terrain.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60793-1-20:2001, *Fibres optiques – Partie 1-20: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Géométrie de la fibre*

CEI 60793-1-42:2001, *Fibres optiques – Partie 1-42: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Dispersion chromatique*

CEI 60793-1-43:2001, *Fibres optiques – Partie 1-43: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Ouverture numérique*

CEI 60793-2-10:2002, *Fibres optiques – Partie 2-10: Spécifications de produits – Spécification intermédiaire pour les fibres multimodales de la catégorie A1*

CEI 60793-2-30:2002, *Fibres optiques – Partie 2-30: Spécifications de produits – Spécification intermédiaire pour les fibres multimodales de la catégorie A3*

CEI 60793-2-40:2002, *Fibres optiques – Partie 2-40: Spécifications de produits – Spécification intermédiaire pour les fibres multimodales de la catégorie A4*

OPTICAL FIBRES –

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

1 Scope

This part of IEC 60793 describes two methods for determining and measuring the modal bandwidth of multi-mode optical fibres (see IEC 60793-2-10, IEC 60793-2-30 and IEC 60793-2-40). The baseband frequency response is directly measured in the frequency domain by determining the fibre response to a sinusoidally modulated light source. The baseband response can also be measured by observing the broadening of a narrow pulse of light. The two methods are the following:

Method A – Optical time domain measurement method (pulse distortion)

Method B – Frequency domain measurement method

Each method can be performed using one of two launches: an overfilled launch (OFL) condition or a restricted mode launch (RML) condition.

NOTE These test methods are commonly used in production and research facilities and are not easily accomplished in the field.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60793-1-20:2001, *Optical Fibres – Part 1-20: Measurement methods and test procedures – Fibre geometry*

IEC 60793-1-42:2001, *Optical fibres – Part 1-42: Measurement methods and test procedures – Chromatic dispersion*

IEC 60793-1-43:2001, *Optical fibres – Part 1-43: Measurement methods and test procedures – Numerical aperture*

IEC 60793-2-10:2001, *Optical fibres – Part 2-10: Product specifications – Sectional specification for category A1 multimode fibres*

IEC 60793-2-30:2002, *Optical fibres – Part 2-30: Product specifications – Sectional specification for category A3 multimode fibres*

IEC 60793-2-40:2002, *Optical fibres – Part 2-40: Product specifications – Sectional specification for category A4 multimode fibres*

3 Définitions

Pour les besoins de la présente partie de la CEI 60793 la définition suivante s'applique.

3.1

largeur de bande (-3 dB)

quantité numériquement égale à la plus petite fréquence de modulation pour laquelle le module de la fonction de transfert en bande de base d'une fibre optique devient égal à une fraction spécifiée, généralement la moitié, de sa valeur à la fréquence zéro.

NOTE Différentes méthodes de présentation des résultats sont décrites dans les annexes mais il convient d'exprimer les résultats en termes de fréquence à -3 dB (puissance optique) sauf stipulation contraire dans la spécification particulière.

4 Appareillage

4.1 Source de rayonnements

4.1.1 Méthode de mesure dans le domaine temporel optique (mesure de la distorsion d'impulsion) (Méthode A)

Utiliser pour la mesure une source de rayonnements telle qu'une diode laser à injection qui produit des impulsions de largeur spectrale étroite et de courte durée. La méthode de mesure de la distorsion d'impulsion exige la capacité de commuter l'énergie des sources lumineuses électriquement, optiquement ou mécaniquement.

4.1.2 Méthode de mesure dans le domaine fréquentiel (Méthode B)

Utiliser pour la mesure, une source de rayonnements telle qu'une diode laser à injection d'onde continue (continuous wave, CW). La méthode de mesure dans le domaine fréquentiel exige la capacité de moduler l'énergie des sources lumineuses électriquement, optiquement ou mécaniquement.

4.1.3 Pour les deux méthodes

- a) Utiliser une source de rayonnements présentant une longueur d'onde centrale qui est connue et qui se situe dans les limites de ± 10 nm par rapport à la longueur d'onde nominale spécifiée. Pour les diodes laser à injection, il faut que l'émission laser couplée dans la fibre dépasse l'émission spontanée de 15 dB au minimum (optique).
- b) Utiliser une source ayant une largeur spectrale suffisamment étroite pour assurer que la largeur de bande mesurée soit au moins égale à 90 % de la largeur de bande intermodale. Ceci est obtenu en calculant la limite normalisée de la dispersion intermodale, NIDL (voir l'Annexe A). Pour la fibre A4, la largeur spectrale de la diode laser est suffisamment étroite pour négliger sa contribution à la mesure de la largeur de bande.
- c) Pour les fibres A1 et A3, calculer la limite normalisée de la dispersion intermodale, NIDL (voir l'Annexe A) pour chaque longueur d'onde de mesure à partir de la largeur spectrale de la source optique pour la longueur d'onde concernée comme suit:

$$NIDL = IDF/\Delta\lambda \quad (1)$$

où

NIDL est la limite de dispersion intermodale normalisée en GHz·km;

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

IDF est le facteur de dispersion intramodale (GHz·km·nm) provenant de l'Annexe A selon la longueur d'onde de la source.

NIDL n'est pas définie pour les longueurs d'onde comprises entre 1200 nm et 1400 nm. La largeur spectrale de la source pour ces longueurs d'ondes doit être inférieure ou égale à 10 nm, FWHM.

3 Definitions

For the purposes of this part of IEC 60793, the following definition applies.

bandwidth (–3 dB)

the value numerically equal to the lowest modulation frequency at which the magnitude of the baseband transfer function of an optical fibre decreases to a specified fraction, generally to one half, of the zero frequency value.

NOTE Various methods of reporting the results are described in the annexes, but the results shall be expressed in terms of the –3 dB (optical power) frequency unless otherwise specified by the detail specification.

4 Apparatus

4.1 Radiation source

4.1.1 Optical time domain measurement method (pulse distortion measurement) (Method A)

Use a radiation source such as an injection laser diode that produces short duration, narrow spectral width pulses for the purposes of the measurement. The pulse distortion measurement method requires the capability to switch the energy of the light sources electrically, optically or mechanically.

4.1.2 Frequency domain measurement method (Method B)

Use a radiation source such as a continuous wave (CW) injection laser diode for the purposes of the measurement. The frequency domain measurement method requires the capability to modulate the energy of the light sources electrically, optically or mechanically.

4.1.3 For both methods

- a) Use a radiation source with a center wavelength that is known and within ± 10 nm of the nominal specified wavelength. For injection laser diodes, laser emission coupled into the fibre must exceed spontaneous emission by a minimum of 15 dB (optical).
- b) Use a source with sufficiently narrow linewidth to assure the measured bandwidth is at least 90 % of the intermodal bandwidth. This is accomplished by calculating the normalized intermodal dispersion limit, NIDL (refer to Annex A). For A4 fibre, the linewidth of the laser diode is narrow enough to neglect its contribution to bandwidth measurement.
- c) For A1 and A3 fibres, calculate the normalized intermodal dispersion limit (NIDL, see Annex A) for each measurement wavelength from the optical source spectral width for that wavelength as follows:

$$NIDL = IDF/\Delta\lambda$$

where:

NIDL is the normalized intermodal dispersion limit in GHz·km;

$\Delta\lambda$ is the source full width half maximum (FWHM) spectral width in nm;

IDF is the intramodal dispersion factor (GHz·km·nm) from Annex A according to the wavelength of the source.

NIDL is not defined for wavelengths from 1 200 nm to 1 400 nm. The source spectral width for these wavelengths shall be less than or equal to 10 nm, FWHM.

NOTE L'acceptabilité d'une valeur de la NIDL dépend des exigences d'essai spécifiques de l'utilisateur. Par exemple, une NIDL de 0,5 GHz.km serait satisfaisante pour vérifier que les fibres avaient des largeurs de bande minimales supérieures à certaines valeurs inférieures à 500 MHz.km, mais ne serait pas satisfaisante pour vérifier que des fibres avaient des largeurs de bande minimales supérieures à 500 MHz.km. Si la NIDL est trop basse, une source ayant une largeur spectrale plus petite est exigée.

d) La source de rayonnements doit être stable pendant toute la durée d'une impulsion unique et pendant le temps de réalisation de la mesure.

4.2 Système d'injection

4.2.1 Injection saturée (OFL)

4.2.1.1 Condition OFL pour une fibre de catégorie A1

Utiliser un embrouilleur de modes entre la source lumineuse et l'échantillon en essai pour produire une injection contrôlée quelles que soient les propriétés de rayonnements de la source lumineuse. La sortie de l'embrouilleur de modes doit être couplée à l'extrémité d'entrée de l'échantillon en essai conformément à l'Annexe E. La position de la fibre doit être stable pendant une durée suffisante pour réaliser la mesure. Un système de visualisation peut être utilisé pour aider à aligner la fibre lorsqu'on utilise l'imagerie optique.

Fournir des moyens pour éliminer la lumière de la gaine de l'échantillon en essai. Le revêtement de fibre est souvent suffisant pour assurer cette fonction. Sinon, il sera nécessaire d'utiliser des extracteurs de modes de gaine à proximité des deux extrémités de l'échantillon en essai. Les fibres peuvent être retenues sur les extracteurs de modes de gaine avec de petits poids, mais il faut veiller à éviter toute microcourbure à ces emplacements.

NOTE Les mesures de la largeur de bande obtenues par une injection saturée (OFL) permettent l'utilisation des fibres multimodales de la catégorie A1, en particulier dans les applications de DEL à 850 nm et 1300 nm. Certaines applications laser peuvent également permettre cette injection mais pourraient donner lieu à des longueurs de liaisons réduites (à 850 nm) ou à des restrictions des sources lasers (à 1300 nm).

4.2.1.2 Condition OFL pour les fibres de catégories A3 et A4

L'OFL est obtenue avec un système géométrique d'injecteur optique dans laquelle l'ouverture numérique théorique maximale de la fibre est dépassée par le cône d'injection et dans laquelle le diamètre de la tache injectée est de l'ordre du diamètre du cœur de la fibre.

4.2.2 Injection en mode partiel (restricted mode launch, RML)

4.2.2.1 Condition RML pour une fibre de catégorie A1

La RML pour la largeur de bande est créée en filtrant l'injection saturée (comme défini à l'Annexe E) avec une fibre RML. L'OFL est définie par l'Annexe E et il est nécessaire qu'elle soit suffisamment importante pour saturer la fibre RML de manière angulaire et spatiale. La fibre RML a un diamètre de cœur de $23,5 \mu\text{m} \pm 0,1 \mu\text{m}$ et une ouverture numérique de $0,208 \pm 0,01$. La fibre doit avoir un profil à gradient d'indice avec un alpha d'environ 2 et une largeur de bande OFL supérieure à 700 MHz.km à 850 nm et 1300 nm. Dans un souci de commodité, il convient que le diamètre de gaine soit égal à $125 \mu\text{m}$. Il convient que la fibre RML ait une longueur minimale de 1,5 m pour éliminer les modes de fuite; il convient qu'elle ait une longueur inférieure à 5 m pour éviter les effets de perte transitoire. L'injection sortant de la fibre RML est ensuite couplée à la fibre en essai.

Fournir des moyens pour éliminer la lumière de la gaine de l'échantillon en essai. Le revêtement de fibre est souvent suffisant pour assurer cette fonction. Sinon, il sera nécessaire d'utiliser des extracteurs de modes de gaine à proximité des deux extrémités de l'échantillon en essai. Les fibres peuvent être retenues sur les extracteurs de modes de gaine avec de petits poids, mais on doit veiller à éviter toute microcourbure à ces emplacements.

NOTE 1 Pour obtenir la précision la plus élevée possible, des tolérances strictes sont exigées concernant la géométrie et le profil de la fibre RML. Pour obtenir la reproductibilité de mesure la plus élevée, des tolérances strictes d'alignement sont exigées dans la connexion entre la fibre RML d'injection et la fibre en essai pour assurer que la fibre RML est centrée sur la fibre en essai.