

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Fibre optics – Launch condition requirements for measuring multimode attenuation

Fibres optiques – Exigences des conditions d'injection pour la mesure de l'affaiblissement en multimodal



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2010 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, 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 either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.

If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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 la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

- Catalogue of IEC publications: www.iec.ch/searchpub

The IEC on-line Catalogue enables you to search by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

- IEC Just Published: www.iec.ch/online_news/justpub

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details twice a month all new publications released. Available on-line and also by email.

- Electropedia: www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary online.

- Customer Service Centre: www.iec.ch/webstore/custserv

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:

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

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

- Catalogue des publications de la CEI: www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: www.iec.ch/online_news/justpub

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille deux fois par mois les nouvelles publications parues. Disponible en-ligne et aussi par email.

- Electropedia: www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International en ligne.

- Service Clients: www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:

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



IEC 62614

Edition 1.0 2010-07

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Fibre optics – Launch condition requirements for measuring multimode attenuation

Fibres optiques – Exigences des conditions d'injection pour la mesure de l'affaiblissement en multimodal

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

M

ICS 33.180.01

ISBN 978-2-88912-071-0

CONTENTS

FOREWORD.....	3
1 Scope.....	5
2 Normative references.....	5
3 Terms and definitions	5
4 Background on multimode launch conditions	6
5 Test source launch	7
5.1 General	7
5.2 Encircled flux.....	7
5.3 Encircled flux template illustration.....	7
5.4 Encircled flux target for attenuation measurement.....	8
5.5 Harmonisation of multimode launch conditions to eliminate wavelength bias.....	9
5.6 Limitations on multimode launch conditions.....	10
5.7 Encircled flux limits.....	10
5.8 Practical limitations of multimode launch conditions	10
Bibliography	12
Figure 1 – EF template illustration	8
Figure 2 – Wavelength comparison	9
Table 1 – EF target for 50 µm core fibre at 850 nm	8
Table 2 – EF target for 50 µm core fibre at 1 300 nm	8
Table 3 – EF target for 62,5 µm fibre at 850 nm.....	9
Table 4 – EF target for 62,5 µm fibre at 1 300 nm	9
Table 5 – Tolerance threshold	10

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

FIBRE OPTICS – LAUNCH CONDITION REQUIREMENTS FOR MEASURING MULTIMODE ATTENUATION

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of 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, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). 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. 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 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 IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 62614 has been prepared by IEC technical committee 86: Fibre optics.

This standard cancels and replaces IEC/PAS 62614, published in 2009. This first edition constitutes a technical revision.

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

FDIS	Report on voting
86/367/FDIS	86/368/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.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

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

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

FIBRE OPTICS – LAUNCH CONDITION REQUIREMENTS FOR MEASURING MULTIMODE ATTENUATION

1 Scope

This International Standard describes the launch condition requirements used for measuring multimode attenuation in passive components and in installed cable plants.

In this standard, the fibre types that are addressed include category A1a (50 μm /125 μm) and A1b (62,5 μm /125 μm) multimode fibres, as specified in IEC 60793-2-10. The nominal test wavelengths detailed are 850 nm and 1 300 nm. This standard may be suitable for multimode attenuation measurements for other multimode categories and/or other wavelengths, but the source condition for other categories and wavelengths are not defined here.

The purpose of these requirements is as follows:

- to ensure consistency of field measurements when different types of test equipment are used;
- to ensure consistency of factory measurements when different types of test equipment are used;
- to ensure consistency of field measurements when compared with factory measurements.

This standard describes launch condition requirements for optical attenuation using sources with a controlled encircled flux (EF).

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

IEC 61280-1-4, *Fibre optic communication subsystem test procedures – Part 1-4: General communication subsystems – Light source encircled flux measurement method*

IEC 61280-4-1:2009, *Fibre optic communication subsystem test procedures – Part 4-1: Installed cable plant – Multimode attenuation measurement*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply.

NOTE In this clause only specific terms and definitions for the purposes of this document are provided. For common fibre optic terms, reference is made to IEC/TR 61931.

3.1 coupled power ratio

CPR

difference, expressed in dB, between the power exiting a multimode fibre and the power exiting a single-mode fibre concatenated to the same multimode fibre with the same launching conditions

3.2 encircled flux

EF

fraction of cumulative near-field power to the total output power as a function of radial distance from the optical centre of the core

3.3 mode power distribution

MPD

relative mode power in each of the mode groups of a multimode fibre, often shown graphically

3.4 multimode attenuation

attenuation pertaining to multimode fibres and/or multimode fibre components, systems and subsystems

3.5 reference grade launch cord

launch cords constructed with a reference grade termination at the interface to the device under test

3.6 reference grade termination

connector plug with tightened tolerances terminated onto an optical fibre with tightened tolerances such that the expected loss of a connection formed by mating two such assemblies is less than or equal to 0,1 dB (an adapter, required to ensure this performance, may be considered to be part of the reference grade termination where required by the test configuration)

NOTE 1 As an example, the core diameter tolerance may need to be $\pm 0,7 \mu\text{m}$ (under consideration). Other fibre tolerances are also under consideration.

NOTE 2 This definition remains under study. When a more complete definition is available in another standard, this definition will be replaced by a reference to that standard.

4 Background on multimode launch conditions

There have been a wide range of launch conditions used for testing multimode fibre components and systems. Light sources, typically used in measuring attenuation, may produce varying modal distributions when launched into multimode fibre. These differing modal distributions, combined with the differential mode attenuation (DMA) inherent in most multimode components, commonly cause measurement variations when measuring attenuation of multimode components. For example, attenuation measurement variations can occur when two similar light sources or different launch cords are used.

Legacy (LED based) applications had a wide power budget which in most cases masked the variance in results between the factory and field measurement. As technology has evolved, the system requirements for attenuation have become more stringent. Demanding application requirements are driving the need for accurate and reproducible multimode attenuation measurements over a variety of field-test instruments. Attenuation measurement experiments, with different instruments having the same standards compliant set up, produce measurement variations that are induced by their differing launch conditions.

Experts have concluded that the launch condition should be expressed at the interface between the test instrument launch cord and the terminated fibre to be tested. That is, the launch condition should be based in part on the measured near field at the output of the launch cord. The key to making reproducible loss measurements across various sources is to narrowly constrain the range of power distribution at large radii so that all compliant sources produce closely agreeing loss measurement results. This is because the variation in the allowed power distribution at large radii across different sources translates directly into variability of loss measurements. Smaller power variations enable more reproducible loss measurements.

5 Test source launch

5.1 General

The source launch conditions are described at the output of the reference grade launch cord. It is expected that the source and launch cord, as supplied, have been verified by the test equipment manufacturer to produce the specified launch measured according to IEC 61280-1-4. For reference grade fibre, core diameter tolerances of $\pm 0,7 \mu\text{m}$ have been evaluated with some success. Variance of other parameters, such as numerical aperture and core concentricity, need more study.

5.2 Encircled flux

The EF is determined from the near field measurement of the light coming from the end of the reference grade launch cord in accordance with IEC 61280-1-4.

The measured near field result is a function of the near field profile, $I(r)$, of radius, r , away from the optical centre of the core, and the edge of the near field profile, R , which is used to generate the EF function as

$$EF(r) = \frac{\int_0^r xI(x)dx}{\int_0^R xI(x)dx} \quad (1)$$

5.3 Encircled flux template illustration

An illustration of an EF template is shown in Figure 1. A target EF value for a set of particular radial control points is defined. Upper and lower limit of EF values for a set of particular radial control points may also be defined. A compliant launch is a launch that falls within the template at the particular radial control points.

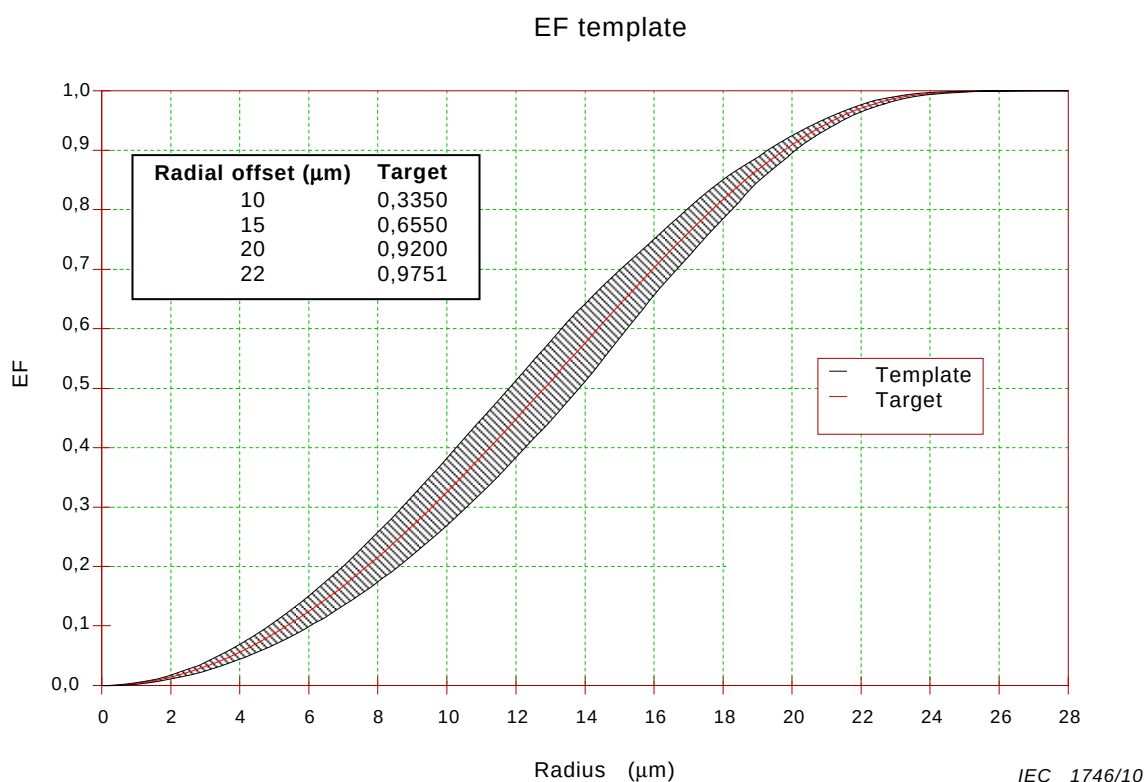


Figure 1 – EF template illustration

5.4 Encircled flux target for attenuation measurement

For the purposes of this standard, the EF requirement is defined as a target EF value for a set of particular radial control points for each of four combinations of fibre core diameter and wavelength, as tabulated in Table 1 through Table 4.

Table 1 – EF target for 50 μm core fibre at 850 nm

Radial offset μm	Target
10	0,335 0
15	0,655 0
20	0,919 3
22	0,975 1

Table 2 – EF target for 50 μm core fibre at 1 300 nm

Radial offset μm	Target
10	0,336 6
15	0,656 7
20	0,918 6
22	0,972 8

Table 3 – EF target for 62,5 µm fibre at 850 nm

Radial offset µm	Target
10	0,210 9
15	0,439 0
20	0,692 3
26	0,935 0
28	0,978 3

Table 4 – EF target for 62,5 µm fibre at 1 300 nm

Radial offset µm	Target
10	0,211 9
15	0,440 9
20	0,694 5
26	0,935 7
28	0,978 2

5.5 Harmonization of multimode launch conditions to eliminate wavelength bias

Efforts were taken to harmonize the expected component losses at 850 nm and 1 300 nm wavelengths for a given fibre core diameter. This was accomplished by adjustment of the 850 nm and 1 300 EF targets to produce comparable extrinsic component losses. An example of matching the attenuation characteristics at the two wavelengths is illustrated in Figure 2. This elimination of bias provides an opportunity to ensure dual wavelength compliance of a passive component or short cable plant link using a single source condition.

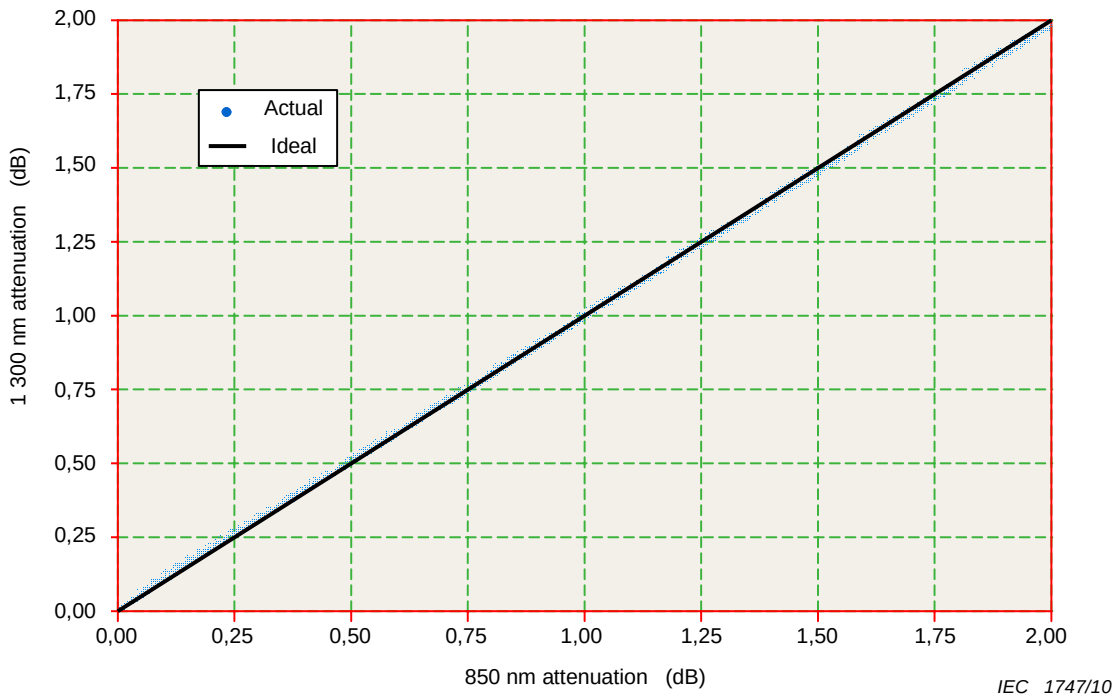


Figure 2 – Wavelength comparison

5.6 Limitations on multimode launch conditions

The objective of this launch is to limit the variance to $\pm$ a specified percentage (e.g. 10 %) of target or $\pm X$ dB, whichever is larger. X is called the tolerance threshold and varies depending on core diameter and wavelength. The values in Table 5 have been set for installed cable plant. Other thresholds may be determined for factory measurements.

Table 5 – Tolerance threshold

Core diameter μm	Wavelength nm	Threshold dB
50	850	0,08
50	1 300	0,12
62,5	850	0,10
62,5	1 300	0,15

5.7 Encircled flux limits

Upper and lower bounds (i.e. tolerance range) of the encircled flux are chosen to constrain the measured loss variation and are established around a target. These upper and lower bounds can be determined by modelling the mode coupling through various concatenated connections (the number of connections and their lateral offset magnitude chosen to be relevant to the topologies of installed cabling) while searching for all launch conditions that constrain the loss variation to within specific values.

The limits and thresholds differ for each of the four combinations of core size and wavelength specified in 5.4. The differences are a result of accommodating, to some degree, the variation of the sources sampled experimentally, the desire to allow the application of a common mode conditioner to both 850 nm and 1 300 nm nominal wavelength sources, and the recognition that the tightest constraints are needed for 850 nm applications operating on 50 μm core diameter fibre.

In all cases, the limits are chosen to constrain loss variation, relative to being exactly on the target launch, to be no greater than the larger of a specified percentage, e.g. 10 % (on a dB basis), or the threshold value. For example, a threshold value of 0,08 dB means that the loss variation is expected to be within ± 10 % for losses equal to or greater than 0,8 dB, and within 0,08 dB for losses less than 0,8 dB.

5.8 Practical limitations of multimode launch conditions

For field test equipment using a single optical port that launches two wavelengths, a test cord that is conditioned by a mandrel may not allow an alignment on the target for both wavelengths simultaneously. Should this be the case, the use of the same mandrel for both wavelengths will reduce the margin for compliance within the templates and add uncertainty.

Due to the effect of variations in source wavelength, fibre core size and numerical aperture, mandrel tolerances, temperature changes, other physical variations and the measurement equipment itself, launch conditions at the time of factory calibration will not be identical in the field should any variable change. The use of attenuation artefacts described in Annex F of IEC 61280-4-1:2009 can help ensure that the equipment produces a launch condition that performs acceptably.

Although this standard is not intended to grant compliance to equipment that predates its publication, it may be possible to bring such equipment into compliance with the use of an external mode conditioner designed for this purpose. Unless the equipment, its launch cords, and the external mode conditioner are verified to produce the intended launch conditions, this

approach will be an additional source of uncertainty, but that uncertainty may be less than without the use of the external mode conditioner.

Bibliography

IEC 61745, *End-face image analysis procedure for the calibration of optical fibre geometry test sets*

IEC/TR 61931, *Fibre optic – Terminology*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	15
1 Domaine d'application.....	17
2 Références normatives	17
3 Termes et définitions	18
4 Contexte des conditions d'injection en multimodal	18
5 Source d'injection pour l'essai.....	19
5.1 Généralités.....	19
5.2 Flux inscrit.....	19
5.3 Illustration du gabarit du flux inscrit.....	20
5.4 Cible de flux inscrit pour la mesure de l'affaiblissement.....	20
5.5 Harmonisation des conditions d'injection en multimodal pour éliminer la distorsion de longueur d'onde	21
5.6 Limitations des conditions d'injection en multimodal	22
5.7 Limites du flux inscrit	22
5.8 Limitations pratiques des conditions d'injection en multimodal.....	23
Bibliographie	24
Figure 1 – Illustration du gabarit EF.....	20
Figure 2 – Comparaison de longueurs d'ondes	22
Tableau 1 – Cible EF pour fibre dont le cœur est de 50 μm à 850 nm	20
Tableau 2 – Cible EF pour fibre dont le cœur est de 50 μm à 1 300 nm.....	21
Tableau 3 – Cible EF pour fibre dont le cœur est de 62,5 μm à 850 nm.....	21
Tableau 4 – Cible EF pour fibre dont le cœur est de 62,5 μm à 1 300 nm.....	21
Tableau 5 – Seuil de tolérance	22

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

FIBRES OPTIQUES – EXIGENCES DES CONDITIONS D'INJECTION POUR LA MESURE DE L'AFFAIBLISSEMENT EN MULTIMODAL

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) 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, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). 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 de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de la CEI. La CEI n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI 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 62614 a été établie par le Comité d'études 86 de la CEI: Fibres optiques.

Cette norme annule et remplace la CEI/PAS 62614, publiée en 2009. Cette première édition constitue une révision technique.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
86/367/FDIS	86/368/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 2.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de la CEI sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

- reconfirmée,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

FIBRES OPTIQUES – EXIGENCES DES CONDITIONS D'INJECTION POUR LA MESURE DE L'AFFAIBLISSEMENT EN MULTIMODAL

1 Domaine d'application

La présente Norme Internationale décrit les exigences des conditions d'injection utilisées pour la mesure de l'affaiblissement en multimodal dans les composants passifs et dans les installations câblées.

Les types de fibres couverts par la présente norme sont les fibres multimodales des catégories A1a (50 μm /125 μm) et A1b (62,5 μm /125 μm), telles que spécifiées dans la CEI 60793-2-10. Les longueurs d'ondes d'essai nominales qui sont détaillées sont 850 nm et 1 300 nm. La présente norme peut être adaptée pour d'autres mesures d'affaiblissement en multimodal pour d'autres catégories multimodales et/ou d'autres longueurs d'ondes, mais la condition de source pour d'autres catégories multimodales et les longueurs d'ondes correspondantes ne sont pas définies ici.

L'objectif des exigences exposées ici est:

- d'assurer la cohérence des mesures sur site lorsque des types différents d'appareillages d'essai sont utilisés;
- d'assurer la cohérence des mesures en usine lorsque des types différents d'appareillages d'essai sont utilisés;
- d'assurer la cohérence des mesures sur site lors des comparaisons avec les mesures en usine.

La présente norme décrit les exigences des conditions d'injection pour la mesure de l'affaiblissement optique en utilisant des sources avec un flux inscrit contrôlé (EF).

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

CEI 61280-1-4, *Procédures d'essai de base des sous-systèmes de télécommunications à fibres optiques – Partie 1-4: Sous-systèmes généraux de communication – Méthode de mesure du flux inscrit de la source lumineuse*

CEI 61280-4-1:2009, *Fibre optic communication subsystem test procedures – Part 4-1: Installed cable plant – Multimode attenuation measurement* (disponible en anglais seulement)¹

¹ Titre en français : *Procédures d'essai des sous-systèmes de télécommunications à fibres optiques – Partie 4-1: Installations câblées – Mesure de l'affaiblissement en multimodal*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

NOTE Cet article ne donne que les termes et définitions spécifiques à l'objet du présent document. Pour les termes communs au domaine des fibres optiques, voir la CEI/TR 61931.

3.1

rapport de puissance couplée

coupled power ratio

CPR

différence, exprimée en dB, entre la puissance sortant d'une fibre multimodale et celle sortant d'une fibre unimodale concaténée à la même fibre multimodale avec les mêmes conditions d'injection

3.2

flux inscrit

encircled flux

EF

fraction de la puissance en champ proche cumulée sur la puissance de sortie totale en fonction de la distance radiale par rapport au centre optique du cœur

3.3

distribution de puissance modale

mode power distribution

MPD

puissance modale relative dans chaque groupe de modes d'une fibre multimodale, souvent représentée de manière graphique

3.4

affaiblissement en multimodal

affaiblissement dans le cas de fibres multimodales et/ou de composants, systèmes et sous-systèmes à fibres multimodales

3.5

cordon d'injection dit de référence

cordons d'injection construits avec une terminaison dite de référence à l'interface du dispositif en essai

3.6

terminaison dite de référence

fiche de connecteur avec des tolérances serrées raccordée à une fibre optique avec des tolérances serrées telles que la perte attendue d'une connexion formée en accouplant deux de ces assemblages soit inférieure ou égale à 0,1 dB (un adaptateur, nécessaire pour assurer cette performance, peut être considéré comme faisant partie de la terminaison dite de référence s'il est exigé par la configuration d'essai)

NOTE 1 En exemple, la tolérance pour le diamètre du cœur peut devoir être de $\pm 0,7 \mu\text{m}$ (à l'étude). D'autres tolérances de fibres seront étudiées ultérieurement.

NOTE 2 La présente définition reste à l'étude. Lorsqu'une définition plus complète sera disponible dans une autre norme, la présente définition sera remplacée par une référence à cette norme-là.

4 Contexte des conditions d'injection en multimodal

Une grande variété de conditions d'injection a été utilisée pour les essais des composants et des systèmes à fibres multimodales. Les sources lumineuses, qui sont généralement utilisées pour les mesures de l'affaiblissement, peuvent produire des fluctuations des distributions modales lors de l'injection dans des fibres multimodales. Ces différences dans les distributions

modales, combinées à l'affaiblissement en mode différentiel (Differential Mode Attenuation - DMA) inhérent à la plupart des composants multimodaux, produisent souvent des variations dans les mesures de l'affaiblissement des composants multimodaux. Des variations entre mesures d'affaiblissement peuvent par exemple apparaître lorsque deux sources lumineuses similaires ou des cordons d'injection différents sont utilisés.

Les applications patrimoniales (à base de LED) avaient un budget de puissance large qui dans la plupart des cas masquait la variance des résultats entre les mesures en usine et les mesures sur site. Avec les évolutions des technologies, les exigences système pour l'affaiblissement sont devenues plus rigoureuses. Les exigences d'application entraînent le besoin de disposer de mesures d'affaiblissement en multimodal précises et reproductibles sur une variété d'instruments d'essai sur site. Des expériences de mesures d'affaiblissement, avec différents instruments ayant le même montage conforme aux normes en vigueur, produisent des variations entre les mesures qui sont induites par leurs conditions d'injection qui sont différentes.

Les experts en ont conclu qu'il convient que la condition d'injection soit exprimée à l'interface entre le cordon d'injection de l'instrument d'essai et la fibre équipée qui est soumise à l'essai. Cela signifie qu'il convient que la condition d'injection soit basée partiellement sur le champ proche mesuré à la sortie du cordon d'injection. La solution pour réaliser des mesures de pertes reproductibles avec différentes sources consiste à réduire fortement la plage de la distribution de puissance dans un large rayon de manière à ce que les sources conformes produisent des résultats de mesure des pertes qui aient des valeurs proches. Ceci est dû à la variation de la distribution de puissance autorisée dans un large rayon par différentes sources qui se transforme directement en variabilité des mesures de pertes. Des variations de puissance plus faibles permettent des mesures de pertes ayant une plus grande reproductibilité.

5 Source d'injection pour l'essai

5.1 Généralités

Les conditions de source d'injection sont décrites à la sortie du cordon d'injection dit de référence. La source et le cordon d'injection, tels qu'ils sont livrés, sont supposés avoir été vérifiés par le fabricant de l'appareillage d'essai pour produire l'injection spécifiée mesurée selon la CEI 61280-1-4. En ce qui concerne la fibre dite de référence, les tolérances du diamètre du cœur de $\pm 0,7 \mu\text{m}$ ont été évaluées avec un certain succès. L'étude de la variance des autres paramètres, comme l'ouverture numérique et la concentricité du cœur, doit continuer.

5.2 Flux inscrit

L'EF est déterminé à partir de la mesure en champ proche de la lumière provenant de l'extrémité du cordon d'injection dit de référence conforme à la CEI 61280-1-4.

Le résultat du champ proche mesuré dépend du profil de champ proche, $I(r)$, du rayon, r , à l'écart du centre optique du cœur et du bord du profil du champ proche, R , qui est utilisé pour gérer la fonction EF comme suit

$$EF(r) = \frac{\int_0^r xI(x)dx}{\int_0^R xI(x)dx} \quad (1)$$

5.3 Illustration du gabarit du flux inscrit

Une illustration du gabarit EF est donnée à la Figure 1. Une valeur cible d'EF est définie pour un jeu radial de points de contrôle particuliers. Des limites inférieures et supérieures des valeurs EF pour un jeu radial de points de contrôle particuliers peuvent aussi être définies. Une injection conforme est une injection qui entre dans le gabarit correspondant au jeu radial de points de contrôle particuliers.

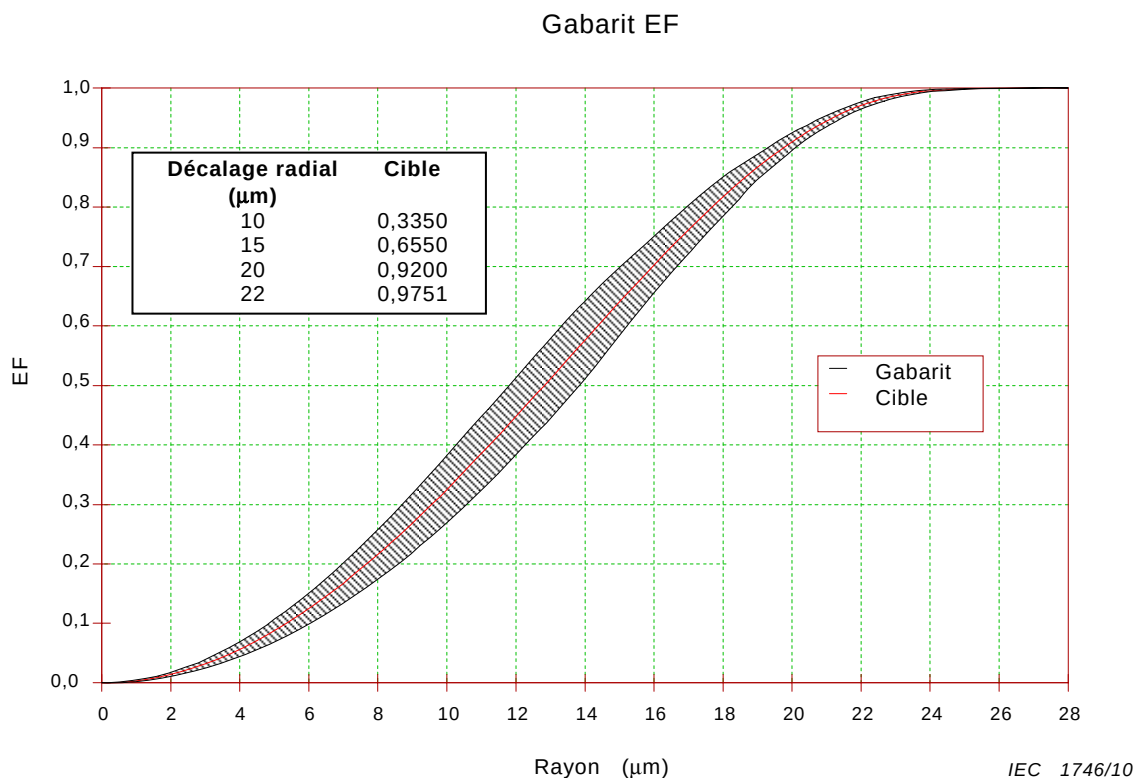


Figure 1 – Illustration du gabarit EF

5.4 Cible de flux inscrit pour la mesure de l'affaiblissement

Pour les besoins de la présente norme, l'exigence EF est définie comme une valeur EF cible pour un ensemble de points de contrôle radial particulier pour chacune des quatre combinaisons de diamètre de cœur de fibre et de longueur d'onde, comme indiqué dans les Tableaux 1 à 4.

Tableau 1 – Cible EF pour fibre dont le cœur est de 50 μm à 850 nm

Décalage radial μm	Cible
10	0,335 0
15	0,655 0
20	0,919 3
22	0,975 1

Tableau 2 – Cible EF pour fibre dont le cœur est de 50 μm à 1 300 nm

Décalage radial μm	Cible
10	0,336 6
15	0,656 7
20	0,918 6
22	0,972 8

Tableau 3 – Cible EF pour fibre dont le cœur est de 62,5 μm à 850 nm

Décalage radial μm	Cible
10	0,210 9
15	0,439 0
20	0,692 3
26	0,935 0
28	0,978 3

Tableau 4 – Cible EF pour fibre dont le cœur est de 62,5 μm à 1 300 nm

Décalage radial μm	Cible
10	0,211 9
15	0,440 9
20	0,694 5
26	0,935 7
28	0,978 2

5.5 Harmonisation des conditions d'injection en multimodal pour éliminer la distorsion de longueur d'onde

Des efforts ont été entrepris pour harmoniser les pertes prévisibles des composants aux longueurs d'ondes de 850 nm et 1 300 nm pour un diamètre de cœur de fibre donné. Ceci a été réalisé en ajustant les valeurs cibles d'EF à 850 nm et 1 300 pour produire des pertes de composants extrinsèques comparables. Un exemple d'adaptation des caractéristiques d'affaiblissement aux deux longueurs d'ondes est donné dans la Figure 2. L'élimination de cette divergence permet d'assurer la conformité d'un composant passif ou d'une liaison de câbles installés de faible longueur aux deux longueurs d'onde en utilisant une source unique.

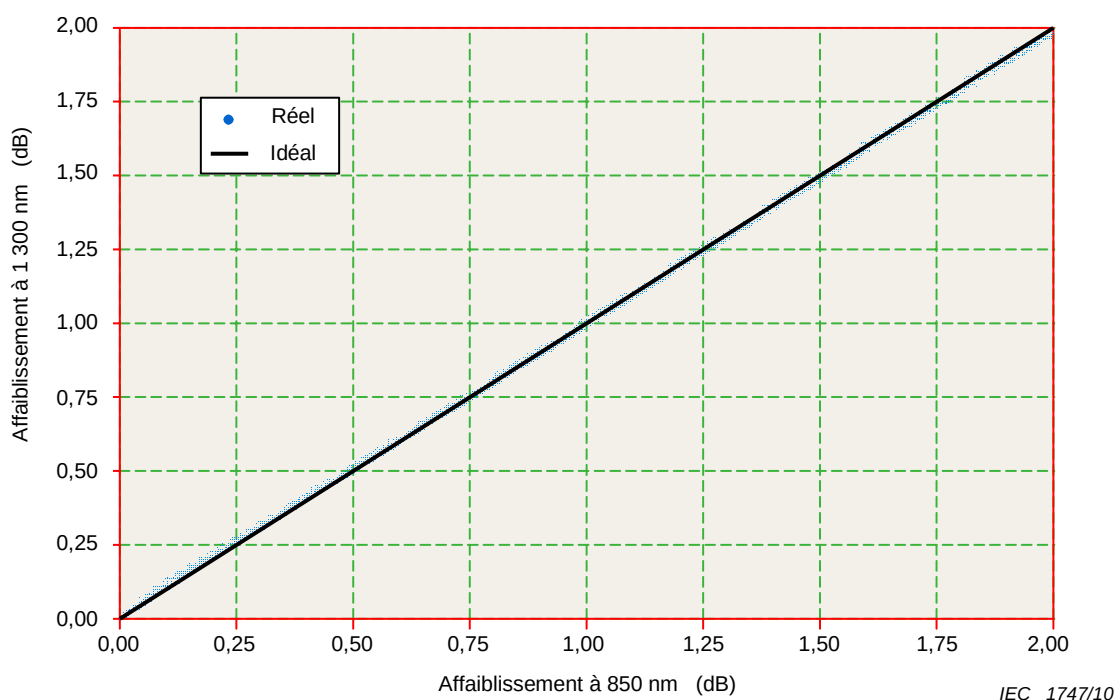


Figure 2 – Comparaison de longueurs d'ondes

5.6 Limitations des conditions d'injection en multimodal

L'objectif de cette injection est de limiter la variance à $\pm$ un pourcentage spécifié (par exemple 10 %) de la cible ou $\pm X$ dB, en prenant celle des deux valeurs qui est la plus élevée. X est appelé seuil de tolérance et varie en fonction du diamètre du cœur et de la longueur d'onde. Les valeurs du Tableau 5 ont été fixées pour les câbles déjà installés en usine. D'autres seuils peuvent être déterminés pour les mesures en usine.

Tableau 5 – Seuil de tolérance

Diamètre du cœur μm	Longueur d'onde nm	Seuil dB
50	850	0,08
50	1 300	0,12
62,5	850	0,10
62,5	1 300	0,15

5.7 Limites du flux inscrit

Les limites inférieures et supérieures (c'est à dire la plage de tolérances) du flux inscrit sont choisies pour restreindre la variation des pertes mesurées et sont établies autour d'une valeur cible. Ces limites inférieures et supérieures peuvent être déterminées en modélisant le couplage de mode avec plusieurs connexions concaténées (le nombre de connexions et leur amplitude de décalage latéral étant choisis pour correspondre aux topologies du câblage installé) tout en recherchant toutes les conditions d'injection qui restreignent la variation des pertes à des valeurs spécifiques.

Les limites et les seuils sont différents pour chacune des quatre combinaisons de taille de cœur et de longueur d'onde spécifiées en 5.4. Les différences résultent d'une adaptation, à un certain degré, à la variation des sources échantillonnées de manière expérimentale, au désir

de permettre l'application d'un conditionneur de mode commun aux sources de longueurs d'ondes nominales de 850 nm et de 1 300 nm et à la reconnaissance que les contraintes les plus serrées sont nécessaires pour les applications de 850 nm fonctionnant sur une fibre dont le cœur a un diamètre de 50 μm .

Dans tous les cas, les limites sont choisies pour restreindre la variation des pertes, et s'approcher le plus possible des valeurs cibles d'injection, pour qu'elles ne soient pas supérieures au plus fort pourcentage spécifié, par exemple 10 % (en dB), ou à la valeur de seuil. Par exemple, une valeur de seuil de 0,08 dB signifie que la variation des pertes attendue doit être de ± 10 % pour les pertes supérieures ou égales à 0,8 dB, et dans les limites de 0,08 dB pour les pertes inférieures à 0,8 dB.

5.8 Limitations pratiques des conditions d'injection en multimodal

Pour les équipements d'essai sur site utilisant un port optique unique qui injecte deux longueurs d'onde, un cordon d'essai conditionné par un mandrin peut ne pas permettre un alignement sur la cible pour les deux longueurs d'ondes simultanément. Dans un tel cas, l'utilisation du même mandrin pour les deux longueurs d'onde réduira la marge pour la conformité dans les limites des gabarits et ajoutera de l'incertitude.

L'effet des variations de la longueur d'onde de la source, de la taille du cœur de la fibre et de l'ouverture numérique, des tolérances de mandrin, des variations de température, d'autres variations physiques et de l'équipement de mesure lui-même est tel que les conditions d'injection au moment de l'étalonnage en usine ne seront pas identiques à celles sur site si une variable est modifiée. L'utilisation des artefacts d'affaiblissement décrits à l'Annexe F de la CEI 61280-4-1 :2009 peut aider à assurer que l'équipement produise une condition d'injection fonctionnant de manière acceptable.

Bien que la présente norme ne soit pas destinée à servir pour l'attribution de la conformité aux équipements antérieurs à sa publication, il peut être possible de rendre ces équipements conformes en utilisant un conditionneur de mode externe conçu à cet effet. A moins qu'il n'ait été vérifié que l'équipement, ses cordons d'injection et le conditionneur de mode externe produisent les conditions d'injection prévues, cette approche sera une source supplémentaire d'incertitude, mais cette incertitude peut être inférieure à celle sans conditionneur de mode externe.

Bibliographie

CEI 61745, *Procédure d'analyse d'image d'extrémité pour l'étalonnage de dispositifs d'essais de géométrie des fibres optiques*

CEI/TR 61931, *Fibres optiques – Terminologie*

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel: + 41 22 919 02 11
Fax: + 41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch