

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60793-1-54

Première édition
First edition
2003-06

Fibres optiques –

**Partie 1-54:
Méthodes de mesure et procédures d'essai –
Irradiation gamma**

Optical fibres –

**Part 1-54:
Measurement methods and test procedures –
Gamma irradiation**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60793-1-54:2003

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**

60793-1-54

Première édition
First edition
2003-06

Fibres optiques –

**Partie 1-54:
Méthodes de mesure et procédures d'essai –
Irradiation gamma**

Optical fibres –

**Part 1-54:
Measurement methods and test procedures –
Gamma irradiation**

© 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

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 Appareillage	12
3.1 Source de rayonnement.....	12
3.1.1 Essais de rayonnement de l'environnement général.....	12
3.1.2 Essais des environnements nucléaires hostiles.....	12
3.2 Source lumineuse	12
3.3 Filtres optiques /monochromateurs	12
3.4 Extracteur de modes de gaine	12
3.5 Support de fibre et appareillage de positionnement	12
3.6 Séparateur optique	12
3.7 Simulateur d'injection d'entrée.....	14
3.7.1 Fibres de catégorie A1 (fibre multimodale à gradient d'indice)	14
3.7.2 Fibres de catégorie B (fibre unimodale).....	14
3.7.3 Catégories A2.1 et A2.2 (fibres à quasi-saut et à saut d'indice)	14
3.8 Détecteur – Electronique de détection de signaux	14
3.9 Appareil de mesure de la puissance optique.....	14
3.10 Dosimètre de rayonnement.....	14
3.11 Bac à température contrôlée.....	14
3.12 Touret en essai.....	14
4 Echantillonnage et éprouvettes.....	16
4.1 Eprouvettes	16
4.1.1 Eprouvette de fibre.....	16
4.1.2 Eprouvette de câble.....	16
4.2 Eprouvette pour l'essai de rayonnement de l'environnement général	16
4.3 Eprouvette pour les essais des environnements nucléaires hostiles.....	16
4.4 Touret en essai.....	16
4.5 Ecran contre la lumière ambiante.....	16
5 Procédure.....	16
5.1 Etalonnage de source de rayonnement.....	16
5.2 Préparation et conditionnement	18
5.3 Mesure d'affaiblissement pour le rayonnement de l'environnement général	18
5.4 Mesure d'affaiblissement pour environnement nucléaire hostile	20
6 Calculs	20
6.1 Variation de l'affaiblissement optique ΔA (essai de rayonnement de l'environnement général)	20
6.2 Variation du facteur de transmission A (essai de rayonnement dû à l'environnement nucléaire hostile).....	20
6.3 Normalisation des résultats.....	22
7 Résultats	22
7.1 Informations à fournir pour chaque mesure.....	22
7.2 Informations disponibles pour chaque mesure	22
8 Informations à mentionner dans la spécification.....	24

CONTENTS

FOREWORD	5
INTRODUCTION	9
1 Scope	11
2 Normative references	11
3 Apparatus	13
3.1 Radiation source	13
3.1.1 Testing of environmental background radiation	13
3.1.2 Testing of adverse nuclear environments	13
3.2 Light source	13
3.3 Optical filters/monochromators	13
3.4 Cladding mode stripper	13
3.5 Fibre support and positioning apparatus	13
3.6 Optical splitter	13
3.7 Input launch simulator	15
3.7.1 Category A1 fibres (graded index multimode fibre)	15
3.7.2 Category B fibres (single-mode fibre)	15
3.7.3 Categories A2.1 and A2.2 (quasi-step and step index fibres)	15
3.8 Detector – Signal detection electronics	15
3.9 Optical power meter	15
3.10 Radiation dosimeter	15
3.11 Temperature-controlled container	15
3.12 Test reel	15
4 Sampling and specimens	17
4.1 Specimens	17
4.1.1 Fibre specimen	17
4.1.2 Cable specimen	17
4.2 Specimen for environmental background radiation test	17
4.3 Specimen for testing adverse nuclear environments	17
4.4 Test reel	17
4.5 Ambient light shielding	17
5 Procedure	17
5.1 Calibration of radiation source	17
5.2 Preparation and conditioning	19
5.3 Attenuation measurement for environmental background radiation	19
5.4 Attenuation measurement for adverse nuclear environment	21
6 Calculations	21
6.1 The change in optical attenuation ΔA (environmental background radiation test)	21
6.2 The change in optical transmittance, A (adverse nuclear environmental radiation test)	21
6.3 Normalisation of the results	23
7 Results	23
7.1 Information to be provided with each measurement	23
7.2 Information available upon request	23
8 Specification information	25

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

FIBRES OPTIQUES –

Partie 1-54: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Irradiation gamma

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 60793-1-54 a été établie par le sous-comité 86A: Fibres et câbles, du comité d'études 86 de la CEI: Fibres optiques.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
86A/852/FDIS	86A/866/RVD

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

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

La CEI 60793-1-5X comprend les parties suivantes, regroupées sous le titre général *Fibres optiques*:

Partie 1-50: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Chaleur humide (essai continu)

Partie 1-51: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Chaleur sèche

Partie 1-52: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Variations de température

Partie 1-53: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Immersion dans l'eau

Partie 1-54: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Irradiation gamma

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

OPTICAL FIBRES –

**Part 1-54: Measurement methods and test procedures –
Gamma irradiation**

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 60793-1-54 has been prepared by subcommittee 86A: Fibres and cables, of IEC technical committee 86: Fibre optics.

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

FDIS	Report on voting
86A/852/FDIS	86A/866/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

IEC 60793-1-5X consists of the following parts, under the general title *Optical fibres*:

Part 1-50: Measurement methods and test procedures – Damp heat (steady state)

Part 1-51: Measurement methods and test procedures – Dry heat

Part 1-52: Measurement methods and test procedures – Change of temperature

Part 1-53: Measurement methods and test procedures – Water immersion

Part 1-54: Measurement methods and test procedures – Gamma irradiation

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2008.
A cette date, la publication sera

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60793-1-54:2003

Withdrawing

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2008. At this date, the publication will be

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

Withdrawn
IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60793-1-54:2003

INTRODUCTION

Les publications de la série IEC 60793-1 concernent les méthodes de mesure et les procédures d'essai qui s'appliquent aux fibres optiques.

Au sein d'une même série, plusieurs domaines différents sont regroupés, comme suit:

- parties 1-10 à 1-19: Généralités
- parties 1-20 à 1-29: Méthodes de mesure et procédures d'essai pour dimensions
- parties 1-30 à 1-39: Méthodes de mesure et procédures d'essai pour caractéristiques mécaniques
- parties 1-40 à 1-49: Méthodes de mesure et procédures d'essai pour transmission et caractéristiques optiques
- parties 1-50 à 1-59: Méthodes de mesure et procédures d'essai pour 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 1-54: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Irradiation gamma

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60793 présente une méthode de mesure de la réponse en régime permanent des fibres optiques et câbles optiques exposés au rayonnement gamma. Elle peut être utilisée pour déterminer le niveau d'affaiblissement induit par le rayonnement produit dans les fibres optiques unimodales et multimodales, sous forme câblée ou non câblée, du fait d'une exposition au rayonnement gamma.

L'affaiblissement des fibres optiques câblées et non câblées augmente généralement en cas d'exposition au rayonnement gamma. Cela est essentiellement dû au piégeage des électrons radiolytiques et des trous aux emplacements présentant des défauts dans le verre (c'est-à-dire la formation de « centres de couleurs »). La présente procédure d'essai se focalise sur deux régimes intéressants: le régime de débit de dose faible adapté pour l'estimation de l'effet du rayonnement de l'environnement général, et le régime de débit de dose élevé pour l'estimation de l'effet d'environnements nucléaires hostiles. Les essais des effets du rayonnement de l'environnement général sont effectués par le biais d'une mesure d'affaiblissement similaire à la méthode CEI 60793-1-40A, fibre coupée. Les effets d'environnements nucléaires hostiles sont essayés en surveillant la puissance avant, pendant et après exposition de l'échantillon en essai au rayonnement gamma. La dépopulation des centres de couleurs par la lumière (photodécoloration) ou par la chaleur provoque une reprise (diminution d'affaiblissement induit par le rayonnement). La reprise peut se produire sur une large plage de temps qui dépend du temps d'irradiation. Cela complique la caractérisation de l'affaiblissement induit par le rayonnement étant donné que l'affaiblissement dépend de nombreuses variables incluant la température de l'environnement d'essai, la configuration de l'échantillon, la dose totale et le débit de dose appliqués à l'échantillon et le niveau de lumière utilisé pour le mesurer.

Le présent essai n'est pas un essai de matériau pour les composants de matériaux non optiques d'un câble à fibres optiques. Si la dégradation des matériaux de câble exposés à l'irradiation est à étudier, d'autres méthodes d'essai sont à prescrire.

NOTE Des informations générales sur ce sujet sont fournies dans la CEI/TR 62283¹.

Il est à noter que des règlements stricts et des installations de protection adaptées sont adoptés dans le laboratoire pour cet essai. Un personnel formé et soigneusement sélectionné est employé pour réaliser cet essai. Il peut être extrêmement dangereux pour le personnel qui réalise l'essai que ce dernier soit réalisé de façon inappropriée ou en dehors de conditions qualifiées.

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 60793-1-40:2001, *Fibres optiques – Partie 1-40: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Affaiblissement*

CEI 60793-1-44:2001, *Fibres optiques – Partie 1-44: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Longueur d'onde de coupure*

¹ CEI 62283, *Rayonnement nucléaire – Guide d'application sur les fibres optiques*.

OPTICAL FIBRES –

Part 1-54: Measurement methods and test procedures – Gamma irradiation

1 Scope

This part of IEC 60793 outlines a method for measuring the steady state response of optical fibres and optical cables exposed to gamma radiation. It can be employed to determine the level of radiation-induced attenuation produced in single-mode or multimode optical fibres, in either cabled or uncabled form, due to exposure to gamma radiation.

The attenuation of cabled and uncabled optical fibres generally increases when exposed to gamma radiation. This is primarily due to the trapping of radiolytic electrons and holes at defect sites in the glass (i.e. the formation of “colour centers”). This test procedure focuses on two regimes of interest: the low dose rate regime suitable for estimating the effect of environmental background radiation, and the high dose rate regime suitable for estimating the effect of adverse nuclear environments. The testing of the effects of environmental background radiation is achieved with an attenuation measurement approach similar to method IEC 60793-1-40A, cut-back. The effects of adverse nuclear environments are tested by monitoring the power before, during and after exposure of the test sample to gamma radiation. The depopulation of color centers by light (photobleaching) or by heat causes recovery (lessening of radiation induced attenuation). Recovery may occur over a wide range of time which depends on the irradiation time. This complicates the characterization of radiation induced attenuation since the attenuation depends on many variables including the temperature of the test environment, the configuration of the sample, the total dose and the dose rate applied to the sample and the light level used to measure it.

This test is not a material test for the non-optical material components of a fibre optic cable. If degradation of cable materials exposed to irradiation is to be studied, other test methods will be required.

NOTE Background information on this subject is given in IEC/TR 62283¹.

Attention is drawn to the fact that strict regulations and suitable protective facilities are adopted in the laboratory for this test. Carefully selected trained personnel are used to perform this test. It can be extremely hazardous to test personnel if it is improperly performed or without qualified conditions.

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 60793-1-40:2001, *Optical Fibres – Part 1-40: Measurement methods and test procedures – Attenuation*

IEC 60793-1-44:2001, *Optical fibres – Part 1-44: Measurement methods and test procedures – Cut-off wavelength*

¹ IEC 62283, *Nuclear radiation – Fibre optic guidance*.

3 Appareillage

3.1 Source de rayonnement

3.1.1 Essais de rayonnement de l'environnement général

Une source ionisante de ^{60}Co ou équivalente doit être utilisée pour fournir le rayonnement gamma. Cet environnement est caractérisé par une faible dose et un faible débit de dose relatifs.

3.1.2 Essais des environnements nucléaires hostiles

Une ou plusieurs sources ionisantes de ^{60}Co ou équivalentes doivent être utilisées pour fournir le rayonnement gamma. Cet environnement est caractérisé par une dose totale supérieure et un débit de dose supérieur.

3.2 Source lumineuse

Une source lumineuse telle qu'une lampe tungstène-halogène ou qu'un ensemble de lasers ou de DELs doit être utilisé pour produire une énergie rayonnante aux longueurs d'onde de 850 nm, 1300 nm et 1550 nm ou aux longueurs d'onde spécifiées dans la spécification particulière. La source lumineuse doit être stable en intensité sur une période de temps suffisante pour réaliser la mesure. La puissance couplée à partir de la source dans l'échantillon en essai doit être $<30 \text{ dBm}$ ($1,0 \text{ }\mu\text{W}$) ou telle que spécifiée dans la spécification particulière. La source de lumière doit être modulée avec un signal à impulsions avec un cycle de service de 50 %

NOTE Si une source qui couple plus de $1,0 \text{ }\mu\text{W}$ est utilisée, la photodécoloration peut se produire.

3.3 Filtres optiques /monochromateurs

Sauf spécification contraire, des longueurs d'onde de $(850 \pm 20) \text{ nm}$, $(1300 \pm 20) \text{ nm}$ et $(1550 \pm 20) \text{ nm}$ doivent être obtenues en filtrant la source de lumière avec un ensemble de filtres optiques ou un monochromateur. La largeur de bande optique de 3 dB des filtres doit être inférieure ou égale à 25 nm.

3.4 Extracteur de modes de gaine

Si nécessaire, un dispositif qui extrait les modes de gaine doit être utilisé à l'extrémité d'entrée et à l'extrémité de sortie de l'échantillon en essai. Si les matériaux de revêtement de fibre sont conçus pour extraire les modes de gaine, un extracteur de modes de gaine n'est pas exigé.

3.5 Support de fibre et appareillage de positionnement

Un dispositif de support stable pour l'extrémité d'entrée de l'échantillon en essai tel qu'un plateau à succion doit être mis en place. Ce support doit être monté sur un dispositif de positionnement de sorte que l'extrémité de l'échantillon en essai puisse être mise en position de façon répétitive dans le faisceau d'entrée.

3.6 Séparateur optique

Un séparateur optique doit détourner une petite portion de la lumière d'entrée vers un détecteur de référence. Le chemin de référence doit être utilisé pour surveiller les fluctuations de systèmes pour la durée de l'essai.

3 Apparatus

3.1 Radiation source

3.1.1 Testing of environmental background radiation

A ^{60}Co or equivalent ionising source shall be used to deliver gamma radiation. This environment is characterised by relative low dose and dose rate.

3.1.2 Testing of adverse nuclear environments

A ^{60}Co or equivalent ionizing source(s) shall be used to deliver gamma radiation. This environment is characterised by higher total dose and dose rate.

3.2 Light source

A light source such as a tungsten-halogen lamp or set of lasers or LEDs shall be used to produce radiant energy at wavelengths of 850 nm, 1300 nm and 1550 nm or at wavelengths as specified in the detail specification. The light source shall be stable in intensity over a time period sufficient to perform the measurement. The power coupled from the source into the test sample shall be <30 dBm (1,0 μW) or as specified in the detail specification. The light source shall be modulated with a pulsed signal at a 50 % duty cycle.

NOTE If a source that couples more than 1,0 μW is used, photobleaching may occur.

3.3 Optical filters/monochromators

Unless otherwise specified, wavelengths of (850 ± 20) nm, (1300 ± 20) nm, and (1550 ± 20) nm shall be obtained by filtering the light source with a set of optical filters or a monochromator. The 3 dB optical bandwidth of the filters shall be less than or equal to 25 nm.

3.4 Cladding mode stripper

When necessary, a device that extracts cladding modes shall be employed at the input end and output end of the test sample. If the fibre coating materials are designed to strip cladding modes, a cladding mode stripper is not required.

3.5 Fibre support and positioning apparatus

A means of stable support for the input end of the test sample such as a vacuum chuck, shall be arranged. This support shall be mounted on a positioning device so that the end of the test sample can be repeatedly positioned in the input beam.

3.6 Optical splitter

An optical splitter shall divert a small portion of the input light to a reference detector. The reference path shall be used to monitor system fluctuations for the duration of the test.

3.7 Simulateur d'injection d'entrée

3.7.1 Fibres de catégorie A1 (fibre multimodale à gradient d'indice)

Un simulateur d'équilibre de mode doit être utilisé pour affaiblir les modes de propagation d'ordre supérieur et établir une condition de mode à l'état stable près de l'extrémité d'entrée de la fibre. Se reporter à la méthode CEI 60793-1-40A pour les instructions concernant l'établissement des conditions d'injection appropriées pour les fibres multimodales à gradient d'indice de Catégorie A1.

3.7.2 Fibres de catégorie B (fibre unimodale)

Un système de lentille optique ou une fibre amorce peuvent être utilisés pour exciter la fibre en essai. La puissance couplée dans l'échantillon en essai doit être stable pendant la durée de l'essai. Si un système de lentille optique est utilisé, une méthode possible pour rendre la mise en position de la fibre moins sensible est de saturer l'extrémité de fibre spatialement et angulairement. Si une fibre amorce est utilisée, il peut être nécessaire d'utiliser un produit adaptateur d'indice pour éliminer les effets de perturbation. Un filtre de mode d'ordre élevé doit être utilisé pour éliminer les modes de propagation d'ordre élevé dans la gamme de longueurs d'onde supérieure ou égale à la longueur d'onde de coupure de la fibre en essai. La condition d'essai spécifiée dans la méthode C de la CEI 60793-1-44 satisfait à cette exigence.

3.7.3 Catégories A2.1 et A2.2 (fibres à quasi-saut et à saut d'indice)

Les conditions d'injection doivent être créées comme le précise la spécification particulière.

3.8 Détecteur – Electronique de détection de signaux

Un détecteur optique qui est linéaire et stable sur la gamme des intensités que l'on rencontre doit être utilisé. Un système typique pourrait inclure une photodiode en mode photovoltaïque amplifiée par un préamplificateur d'entrée de courant, avec une détection synchrone par un amplificateur de blocage.

3.9 Appareil de mesure de la puissance optique

Un appareil de mesure de puissance optique adapté doit être utilisé pour déterminer que la puissance couplée de la source optique dans l'échantillon en essai est inférieure ou égale à 1,0 μW ou au niveau spécifié dans la spécification particulière.

3.10 Dosimètre de rayonnement

Les détecteurs à cristal à thermoluminescence LiF ou CaF (TLDs) ou un détecteur à chambre d'ions doivent être utilisés pour mesurer la dose de rayonnements totale reçue par la fibre en éprouvette.

3.11 Bac à température contrôlée

Sauf spécification contraire, le bac à température contrôlée doit posséder la capacité de maintenir les températures spécifiées à $\pm 2^\circ\text{C}$.

3.12 Touret en essai

Le touret en essai ne doit pas servir d'écran ou de réservoir pour le rayonnement utilisé pour cet essai. Les bobines de bois, en plastique ou en matériaux similaires non conducteurs serviraient en principe comme moyen transparent contre le rayonnement. L'absorption additionnelle doit être prise en compte pour des mesures exactes.

3.7 Input launch simulator

3.7.1 Category A1 fibres (graded index multimode fibre)

An equilibrium mode simulator shall be used to attenuate higher order propagation modes and to establish a steady-state mode condition near the input end of the fibre. Refer to method IEC 60793-1-40A for instructions on how to establish proper launch conditions for Category A1 graded index multimode fibres.

3.7.2 Category B fibres (single-mode fibre)

An optical lens system or fibre pigtail may be employed to excite the test fibre. The power coupled into the test sample shall be stable for the duration of the test. If an optical lens system is used, a method of making the positioning of the fibre less sensitive is to overfill the fibre end spatially and angularly. If a pigtail is used, it may be necessary to use index matching material to eliminate interference effects. A high order mode filter shall be employed to remove high order propagating modes in the wavelength range greater than or equal to the cut-off wavelength of the test fibre. The test condition specified in method C of IEC 60793-1-44 satisfies this requirement.

3.7.3 Categories A2.1 and A2.2 (quasi-step and step index fibres)

Launch conditions shall be created as specified in the detail specification.

3.8 Detector – Signal detection electronics

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

3.9 Optical power meter

A suitable optical power meter shall be used to determine that the power coupled from the optical source into the test sample is less than or equal to 1,0 μW or the level specified in the detail specification.

3.10 Radiation dosimeter

Thermoluminescent LiF or CaF crystal detectors (TLDs) or an ion chamber detector shall be used to measure the total radiation dose received by the specimen fibre.

3.11 Temperature-controlled container

Unless otherwise specified, the temperature-controlled container shall have the capability of maintaining the specified temperatures to within $\pm 2^\circ\text{C}$.

3.12 Test reel

The test reel shall not act as a shield or sink for the radiation used in this test. Reels of wood, plastic or similar non-conducting materials would, in principle, act as transparent to the radiation. The additional absorption shall be taken into account for exact measurements.

4 Echantillonnage et éprouvettes

4.1 Eprouvettes

4.1.1 Eprouvette de fibre

L'éprouvette en essai doit être un échantillon représentatif de la fibre spécifiée dans la spécification particulière.

4.1.2 Eprouvette de câble

L'éprouvette en essai doit être un échantillon représentatif du câble décrit dans la spécification particulière et doit contenir au moins une des fibres spécifiées.

4.2 Eprouvette pour l'essai de rayonnement de l'environnement général

Sauf indication contraire dans la spécification particulière, la longueur de l'échantillon en essai doit être de $(3\,000 \pm 30)$ m. (Lorsque les contraintes du réacteur imposent des longueurs inférieures, la longueur de l'échantillon en essai peut être de $(1\,100 \pm 20)$ m). Une longueur minimale aux extrémités de l'échantillon en essai (généralement 5 m) doit se situer à l'extérieur de la chambre d'essai et être utilisée pour connecter la source optique au détecteur. La longueur irradiée de l'échantillon en essai doit être relevée.

4.3 Eprouvette pour les essais des environnements nucléaires hostiles

Sauf indication contraire dans la spécification particulière, la longueur de l'échantillon en essai doit être de $(250 \pm 2,5)$ m. (Lorsque les conditions d'essai exigent une dose totale élevée et un débit de dose élevé, une longueur d'échantillon en essai plus réduite peut être nécessaire). Une longueur minimale aux extrémités de l'échantillon en essai (généralement 5 m) doit demeurer à l'extérieur de la chambre d'essai et être utilisée pour connecter la source optique au détecteur. La longueur irradiée de l'échantillon en essai doit être relevée.

4.4 Touret en essai

L'échantillon en essai doit être enroulé sur un touret dont le diamètre de tambour est spécifié dans la spécification particulière. Il est nécessaire de prendre en compte le déroulement d'une longueur mesurée de l'échantillon en essai de chaque extrémité de la bobine pour permettre la fixation à l'équipement de mesure optique. Une méthode de déploiement alternative permet à la fibre d'être enroulée de façon lâche en une bobine de diamètre spécifié.

4.5 Ecran contre la lumière ambiante

L'échantillon en essai doit être muni d'un écran contre la lumière ambiante pour prévenir la photodécoloration externe.

5 Procédure

Les essais de rayonnement diffèrent en dose d'exposition, débit de dose, temps d'exposition et température. Les essais correspondent à l'essai de rayonnement de l'environnement général et à l'essai de rayonnement nucléaire hostile.

5.1 Etalonnage de source de rayonnement

L'étalonnage de la source de rayonnement pour l'uniformité et le niveau de dose doit être effectué avant le montage de l'échantillon en essai dans la chambre. Quatre TLDs doivent être placés dans la zone d'exposition et le centre des TLDs doit être placé à l'endroit où l'on place l'axe du touret en essai. (Quatre TLDs sont utilisés pour obtenir une valeur moyenne représentative.) Une dose égale ou supérieure à la dose d'essai réelle doit être utilisée pour étalonner le système. Pour maintenir l'exactitude la plus élevée possible pour mesurer la dose d'essai, les TLDs ne doivent pas être utilisés plus d'une fois.

4 Sampling and specimens

4.1 Specimens

4.1.1 Fibre specimen

The test specimen shall be a representative sample of the fibre specified in the detail specification.

4.1.2 Cable specimen

The test specimen shall be a representative sample of the cable described in the detail specification and shall contain at least one of the specified fibres.

4.2 Specimen for environmental background radiation test

Unless otherwise specified in the detail specification, the length of the test sample shall be $(3\,000 \pm 30)$ m. (Where reactor constraints dictate smaller lengths, the length of the test sample may be $(1\,100 \pm 20)$ m.) A minimum length at the ends of the test sample (typically 5 m) shall reside outside of the test chamber and be used to connect the optical source to the detector. The irradiated length of the test sample shall be reported.

4.3 Specimen for testing adverse nuclear environments

Unless otherwise specified in the detail specification, the length of the test sample shall be $(250 \pm 2,5)$ m. (When test conditions require a high total dose and dose rate, a shorter test sample length may be necessary). A minimum length at the ends of the test sample (typically 5m) shall remain outside of the test chamber and be used to connect the optical source to the detector. The irradiated length of the test sample shall be reported.

4.4 Test reel

The test sample shall be spooled onto a reel with a drum diameter that is specified in the detail specification. Allowance shall be made for the unspooling of a measured length of the test sample from each end of the reel to allow for attachment to the optical measurement equipment. An alternative deployment method allows the fibre to be loosely wound in a coil of specified diameter.

4.5 Ambient light shielding

The test sample shall be shielded from ambient light to prevent external photobleaching.

5 Procedure

The radiation tests differ in exposure dose, dose rate, exposure time and temperature. The tests are environmental background radiation test and adverse nuclear radiation test.

5.1 Calibration of radiation source

Calibration of the radiation source for dose uniformity and level shall be made prior to the test sample being set up in the chamber. Four TLDs shall be placed in the area of exposure and the center of the TLDs shall be placed where the axis of the test reel will be placed. (Four TLDs are used to get a representative average value.) A dose equal to or greater than the actual test dose shall be used to calibrate the system. To maintain the highest possible accuracy in measuring the test dose, the TLDs shall not be used more than once.

5.2 Préparation et conditionnement

L'échantillon en essai doit être préconditionné dans la chambre d'essai à $(25 \pm 5) ^\circ\text{C}$ pendant 1 h avant l'essai, ou à la température d'essai pendant un temps préconditionné comme le précise la spécification particulière.

L'extrémité d'entrée de la longueur d'essai réduite doit être placée dans le dispositif de positionnement et alignée dans le dispositif d'essai pour obtenir la puissance optique maximale mesurée avec un appareil de mesure de la puissance étalonné.

La puissance à l'extrémité d'entrée de l'échantillon en essai doit être mesurée à l'aide d'un appareil de mesure de la puissance étalonné. Si nécessaire, le niveau de puissance de la source doit être réglé de sorte que la puissance à l'extrémité d'entrée de la fibre soit inférieure à $1,0 \mu\text{W}$ ou bien telle que le précise la spécification particulière.

NOTE Si une source qui couple plus de $1,0 \mu\text{W}$ est utilisée, la photodécoloration peut se produire.

En ayant éteint la source de rayonnement, l'extrémité d'entrée de l'échantillon en essai doit être mise en position pour obtenir la puissance optique maximale au niveau du détecteur. Une fois réglées, les conditions d'injection d'entrée ne doivent pas être modifiées pendant la partie de l'essai en irradiation gamma.

Un enregistreur graphique ou un dispositif de mesure continu adapté doit être connecté au système de détection de sorte qu'une mesure de puissance continue puisse être effectuée. L'équipement de mesure doit être agencé de sorte que le signal de détection ne dépasse pas les limites de l'équipement.

Une ou plusieurs sources ionisantes de ^{60}Co ou équivalentes doivent être utilisées pour fournir le rayonnement gamma à un débit de dose désiré.

Les niveaux de débit de dose sont uniquement des niveaux approximatifs étant donné que les caractéristiques de source de rayonnement se modifient. On peut s'attendre à une variation du débit de dose atteignant $\pm 50 \%$ entre les sources. Le temps nécessaire pour allumer ou éteindre la source de rayonnement doit être $< 10 \%$ du temps d'exposition total.

Il importe que la température soit maintenue constante pendant les essais. Si l'essai est réalisé à différentes températures, l'affaiblissement avant l'irradiation est à mesurer pour différentes températures pour chaque longueur d'onde spécifiée.

5.3 Mesure d'affaiblissement pour le rayonnement de l'environnement général

Une mesure d'affaiblissement de l'échantillon en essai doit être réalisée aux longueurs d'onde d'essai spécifiées, conformément à la méthode A de la CEI 60793-1-40, fibre coupée. L'affaiblissement A_1 de la fibre avant l'exposition à la source de rayonnement gamma doit être enregistré. La température de l'environnement doit être la même que pendant les essais de l'irradiation à venir lorsque la mesure d'affaiblissement initiale est réalisée.

Les effets du rayonnement de l'environnement général, du fait de l'exposition au rayonnement gamma, doivent être déterminés en soumettant l'échantillon en essai à un débit de dose nominal de $0,02 \text{ Gy/h}$. L'échantillon en essai doit être exposé à une dose totale de $0,1 \text{ Gy}$. Différents débits de dose et valeurs de dose totales peuvent être demandés dans la spécification particulière afin de simuler les conditions spécifiques particulières.

Après achèvement, et dans les 2 h après le processus d'irradiation, une mesure d'affaiblissement de l'échantillon en essai doit être réalisée conformément à la méthode A de la CEI 60793-1-40, fibre coupée. L'affaiblissement A_2 de l'échantillon en essai après exposition à la source de rayonnement gamma doit être enregistré.

5.2 Preparation and conditioning

The test sample shall be preconditioned in the temperature chamber at $(25 \pm 5) ^\circ\text{C}$ for 1 h prior to testing, or at the test temperature for a preconditioned time as specified in the detail specification.

The input end of the short test length shall be placed in the positioning device and aligned in the test set to obtain maximum optical power as measured with a calibrated power meter.

The power at the input end of the test sample shall be measured with a calibrated power meter. If necessary, the source power level shall be adjusted so that the power at the input end of the fibre is less than 1,0 μW or as specified in the detail specification.

NOTE If a source that couples more than 1,0 μW is used, photobleaching may occur.

With the radiation source off, the input end of the test sample shall be positioned to obtain maximum optical power at the detector. Once set, the input launch conditions shall not be changed during the gamma irradiation portion of the test.

A chart recorder or suitable continuous measurement device shall be connected to the detection system so that a continuous power measurement can be made. The measurement equipment shall be set up such that the detection signal does not exceed the limits of the equipment.

A ^{60}Co or equivalent ionizing source(s) shall be used to deliver gamma radiation at a desired dose rate.

Dose rate levels are only approximate levels since the radiation source characteristics change. A variation in dose rate as high as $\pm 50\%$ can be expected between sources. The time required to turn the radiation source on or off shall be $< 10\%$ of the total exposure time.

It is important that the temperature is kept constant during the tests. If the test should be performed at different temperatures, then the attenuation prior to irradiation has to be measured for different temperatures for each specified wavelength.

5.3 Attenuation measurement for environmental background radiation

An attenuation measurement of the test sample shall be performed, at the specified test wavelengths, in accordance with method A of IEC 60793-1-40, cut-back. The attenuation A_1 of the fibre prior to exposure to the gamma radiation source shall be recorded. The environmental temperature shall be the same as during the up-coming irradiation tests when the initial attenuation measurement is performed.

Environmental background radiation effects, due to exposure to gamma radiation, shall be determined by subjecting the test sample to a nominal dose rate of 0,02 Gy/h. The test sample shall be exposed to a total dose of 0,1 Gy. Different dose rates and total dose values may be called for in the detail specification in order to simulate particular specific conditions.

Upon completion, and within 2 h of the irradiation process, an attenuation measurement of the test sample shall be performed in accordance with method A of IEC 60793-1-40, cut-back. The attenuation A_2 of the test sample after exposure to the gamma radiation source shall be recorded.

5.4 Mesure d'affaiblissement pour environnement nucléaire hostile

La puissance de sortie de l'échantillon avant exposition à la source de rayonnement gamma doit être enregistrée.

Les effets du rayonnement nucléaire hostile, du fait de l'exposition au rayonnement gamma, doivent être déterminés en soumettant l'échantillon en essai à un débit de dose nominal de 1 000 Gy/h. L'échantillon en essai doit être exposé à une dose totale de 1 000 Gy. Des valeurs différentes en débits de dose et en dose totale peuvent être demandées dans la spécification particulière afin de simuler les conditions spécifiques particulières.

La puissance de sortie de l'échantillon doit être enregistrée pendant la durée du cycle d'irradiation gamma. A l'aide des mesures d'affaiblissement initiales, avant irradiation, on peut déterminer la perte induite par le rayonnement dans la fibre.

La puissance doit être enregistrée pendant au moins 15 min après achèvement du processus d'irradiation ou comme le spécifie la spécification particulière. Le niveau de puissance du détecteur de référence doit également être enregistré pendant le temps de reprise après achèvement du processus d'irradiation.

6 Calculs

6.1 Variation de l'affaiblissement optique ΔA (essai de rayonnement de l'environnement général)

$$\Delta A = A_2 - A_1 \text{ dB}$$

où

A_1 est l'affaiblissement de l'échantillon en essai avant exposition au rayonnement gamma;

A_2 est l'affaiblissement de l'échantillon en essai après exposition au rayonnement gamma.

6.2 Variation du facteur de transmission A (essai de rayonnement dû à l'environnement nucléaire hostile)

La variation du facteur de transmission A doit être calculée pour chaque longueur d'onde en utilisant la formule suivante (essais d'environnement nucléaire hostile):

$$A_0 = -10 \log (P_0/P_B) \quad \text{dB}$$

$$A_{15} = -10 \log (P_{15}/P_B) \quad \text{dB}$$

où

P_0 est la puissance de sortie de l'échantillon en essai 1 s après arrêt de l'irradiation, sauf spécification contraire;

P_{15} est la puissance de sortie de l'échantillon en essai 15 min après arrêt de l'irradiation, sauf spécification contraire;

P_B est la puissance de sortie de l'échantillon en essai avant le commencement de l'irradiation;

A_0 est la variation du facteur de transmission de l'échantillon en essai immédiatement après irradiation;

A_{15} est la variation du facteur de transmission de l'échantillon en essai 15 min après irradiation.