

# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE

---

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

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





## THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2012 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

Tel.: +41 22 919 02 11  
Fax: +41 22 919 03 00  
[info@iec.ch](mailto:info@iec.ch)  
[www.iec.ch](http://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.

#### Useful links:

IEC publications search - [www.iec.ch/searchpub](http://www.iec.ch/searchpub)

The advanced search enables you to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...).

It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - [webstore.iec.ch/justpublished](http://webstore.iec.ch/justpublished)

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

Electropedia - [www.electropedia.org](http://www.electropedia.org)

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) on-line.

Customer Service Centre - [webstore.iec.ch/csc](http://webstore.iec.ch/csc)

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: [csc@iec.ch](mailto:csc@iec.ch).

---

### 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.

#### Liens utiles:

Recherche de publications CEI - [www.iec.ch/searchpub](http://www.iec.ch/searchpub)

La recherche avancée vous permet de trouver des publications CEI en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...).

Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

Just Published CEI - [webstore.iec.ch/justpublished](http://webstore.iec.ch/justpublished)

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

Electropedia - [www.electropedia.org](http://www.electropedia.org)

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) en ligne.

Service Clients - [webstore.iec.ch/csc](http://webstore.iec.ch/csc)

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: [csc@iec.ch](mailto:csc@iec.ch).



# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE

**Optical fibres –**

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

**Fibres optiques –**

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

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

PRICE CODE  
CODE PRIX

**M**

ICS 33.180.10

ISBN 978-2-8322-0930-1

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.  
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

## CONTENTS

FOREWORD.....	3
1 Scope.....	5
2 Normative references .....	5
3 Apparatus.....	6
3.1 Radiation source .....	6
3.1.1 Testing of environmental background radiation.....	6
3.1.2 Testing of adverse nuclear environments.....	6
3.2 Optical source .....	6
3.3 Optical filters/monochromators .....	6
3.4 Cladding mode stripper .....	6
3.5 Fibre support and positioning apparatus.....	6
3.6 Optical splitter .....	6
3.7 Input launch conditions.....	7
3.7.1 Class A, category A1 fibres (graded index multimode fibres) .....	7
3.7.2 Class B fibres (single-mode fibres) .....	7
3.7.3 Class A, category A2 fibres (quasi-step and step index fibres).....	7
3.8 Detector – Signal detection electronics.....	7
3.9 Optical power meter .....	7
3.10 Radiation dosimeter .....	7
3.11 Temperature controlled container .....	7
3.12 Test reel.....	7
4 Sampling and specimens .....	7
4.1 Specimens .....	7
4.1.1 Fibre specimen.....	7
4.1.2 Cable specimen.....	8
4.2 Specimen for environmental background radiation test.....	8
4.3 Specimen for testing adverse nuclear environments .....	8
4.4 Test reel.....	8
4.5 Ambient light shielding .....	8
5 Procedure.....	8
5.1 General .....	8
5.2 Calibration of radiation source .....	8
5.3 Preparation and pre-conditioning.....	8
5.4 Attenuation measurement for environmental background radiation .....	9
5.5 Attenuation measurement for adverse nuclear environment.....	9
6 Calculations .....	10
6.1 Change in optical attenuation $\Delta a$ (environmental background radiation test).....	10
6.2 Change in optical transmittance, $a$ (adverse nuclear environmental radiation test) .....	10
6.3 Normalization of the results .....	10
7 Results .....	11
7.1 Information to be provided with each measurement .....	11
7.2 Information available upon request.....	11
8 Specification information .....	11
Bibliography.....	12

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

## OPTICAL FIBRES –

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

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

This second edition cancels and replaces the first edition, published in 2003. It constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

- launching conditions and optical sources have been reviewed and are better defined.

This bilingual version (2013-07) corresponds to the monolingual English version, published in 2012-10.

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

CDV	Report on voting
86A/1413/CDV	86A/1433/RVC

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

The French version of this standard has not been voted upon.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

A list of all parts of the IEC 60793 series can be found, under the general title *Optical Fibres*, on the IEC website.

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.

## 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 Class B single-mode or Class A, category A1 and A2 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 centres”). 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 IEC 60793-1-40 Method A, 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 colour centres by light (photo bleaching) 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 and annealing temperature. 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.

This test method is written to contain a clear, concise listing of instructions. The background knowledge that is necessary to perform correct, relevant and expressive irradiation tests as well as to limit measurement uncertainty is presented separately in IEC/TR 62283.

Attention is drawn to the fact that strict regulations and suitable protective facilities are to be adopted in the laboratory for this test. Carefully selected trained personnel shall be 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 documents, in whole or in part, are normatively referenced in this document and are indispensable for its application. 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, *Optical Fibres – Part 1-40: Measurement methods and test procedures – Attenuation*

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

IEC 60793-1-46, *Optical fibres – Part 1-46: Measurement methods and test procedures – Monitoring of changes in optical transmittance*

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

### **3 Apparatus**

#### **3.1 Radiation source**

##### **3.1.1 Testing of environmental background radiation**

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

##### **3.1.2 Testing of adverse nuclear environments**

A  $^{60}\text{Co}$  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 Optical source**

An optical source such as a lamp, laser or light emitting diode emitting at wavelengths compatible with the optical fibres under test shall be used.

The optical 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  $\mu\text{W}$ ) or as specified in the detail specification. The optical source shall be modulated with a pulsed signal at a 50 % duty cycle.

NOTE If a source that couples more than 1,0  $\mu\text{W}$  is used, photo bleaching may occur.

#### **3.3 Optical filters/monochromators**

Unless otherwise specified, wavelength tolerances of  $\pm 20$  nm shall be obtained by filtering the optical 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 Input launch conditions**

#### **3.7.1 Class A, category A1 fibres (graded index multimode fibres)**

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. The requirements for the launch conditions for sub-category A1a graded index multimode fibre measurements are defined in IEC 61280-4-1.

#### **3.7.2 Class B fibres (single-mode fibres)**

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 IEC 60793-1-44, Method C satisfies this requirement.

#### **3.7.3 Class A, category A2 fibres (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  $\mu$ W or the level specified in the detail specification.

### **3.10 Radiation dosimeter**

Thermo luminescent 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  $\pm 2$  °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 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 5 m) 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 photo bleaching.

### 5 Procedure

#### 5.1 General

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.

#### 5.2 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 centre 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.

#### 5.3 Preparation and pre-conditioning

The test sample shall be preconditioned in the temperature chamber at  $(25 \pm 5)$  °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  $\mu\text{W}$  or as specified in the detail specification.

NOTE If a source that couples more than 1,0  $\mu\text{W}$  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  $^{60}\text{Co}$  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.

#### **5.4 Attenuation measurement for environmental background radiation**

An attenuation measurement of the test sample shall be performed, at the specified test wavelengths, in accordance with IEC 60793-1-40, Method A, 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 (Gray/hour). The test sample shall be exposed to a total dose of 0,1 Gy (Gray). 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 IEC 60793-1-40, Method A, cut-back. The attenuation  $a_2$  of the test sample after exposure to the gamma radiation source shall be recorded.

#### **5.5 Attenuation measurement for adverse nuclear environment**

The monitoring of the change of optical transmittance of the test sample shall be performed, at the specified test wavelengths, in accordance with method IEC 60793-1-46.

The output power from the sample prior exposure to the gamma radiation source shall be recorded.

Adverse nuclear radiation effects, due to exposure to gamma radiation, shall be determined by subjecting the test sample to a nominal dose rate of 1 000 Gy/h. The test sample shall be exposed to a total dose of 1 000 Gy. Different dose rates and total dose values may be called for in the detail specification in order to simulate particular specific conditions.

The output power from the sample shall be recorded for the duration of the gamma irradiation cycle. With help of the initial attenuation measurements, prior irradiation, one can determine the radiation induced attenuation in the fibre.

The power shall also be recorded for at least 15 min after completion of the irradiation process or as specified in the detail specification. The power level of the reference detector shall also be recorded during the recovery time after completion of the irradiation process.

## 6 Calculations

### 6.1 Change in optical attenuation $\Delta a$ (environmental background radiation test)

$$\Delta a = a_2 - a_1 \text{ dB} \quad (1)$$

where

$a_1$  is the attenuation of the test sample prior to exposure to gamma radiation;

$a_2$  is the attenuation of the test sample after exposure to gamma radiation.

### 6.2 Change in optical transmittance, $a$ (adverse nuclear environmental radiation test)

The change in optical transmittance,  $a$ , shall be calculated for each wavelength by using the following formula (testing of adverse nuclear environment):

$$a_0 = -10 \lg (P_0/P_B) \text{ dB} \quad (2)$$

$$a_{15} = -10 \lg (P_{15}/P_B) \text{ dB} \quad (3)$$

where

$P_0$  is the power output of the test sample within 1 s after irradiation is discontinued, unless otherwise specified;

$P_{15}$  is the power output of the test sample 15 min after irradiation is discontinued, unless otherwise specified;

$P_B$  is the power output of the test sample before irradiation begins;

$a_0$  is the change in optical transmittance of the test sample immediately after irradiation;

$a_{15}$  is the change in optical transmittance of the test sample 15 min after irradiation.

### 6.3 Normalization of the results

The results of the reference measurements should be used to normalize the test results if significant system instability is noted.

$$a_{\text{REF}} = -10 \lg (P_{E'}/P_{B'}) \text{ dB} \quad (4)$$

where

$P_{E'}$  is the power measured by the reference detector at the end of the measurement;

$P_{B'}$  is the power measured by the reference detector before irradiation begins.

Normalized test results that account for system instability are calculated with the following formula:

$$a_{0\text{NOR}} = a_0 - a_{\text{REF}} \text{ dB} \quad (5)$$

$$a_{15\text{NOR}} = a_{15} - a_{\text{REF}} \text{ dB} \quad (6)$$

## 7 Results

### 7.1 Information to be provided with each measurement

Report the following information with each measurement:

- date and title of test;
- length of test sample exposed to radiation;
- test wavelengths;
- test temperatures;
- material-, dimensions- and design of the test reel;
- test dose and dose rate;
- change in attenuation  $\Delta a$  (environmental background radiation test);
- change in optical transmittances  $a_0$  and  $a_{15}$  (adverse nuclear environment);
- characteristics of test sample such as fibre type, cable type, dimensions and composition;
- chart recording of test events.

### 7.2 Information available upon request

The following information shall be available upon request:

- description of radiation source;
- description of dosimeters used;
- type of optical source, model number and manufacturer;
- description of optical filters or monochromator;
- description of cladding mode stripper;
- description of input launch simulator and launch conditions used;
- type of optical splitter used;
- description of detection and recording apparatus;
- description of the characteristics of temperature chamber;
- date of latest calibration of test equipment;
- name or identification number of operator.

## 8 Specification information

The detail specification shall specify the following information:

- type of test sample to be tested;
- test reel diameter;
- test temperature(s);
- failure or acceptance criteria;
- number of samples;
- test wavelengths;
- total dose and dose rate;
- other test conditions.

## Bibliography

IEC/TR 62283, *Optical fibres – Guidance for nuclear radiation tests*

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

IEC 60793-2-20, *Optical fibres – Part 2-20: Product specifications – Sectional specification for category A2 multimode fibres*

IEC 60793-2-50, *Optical fibres – Part 2-50: Product specifications – Sectional specification for class B single-mode fibres*

---



## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS .....	16
1 Domaine d'application .....	18
2 Références normatives .....	18
3 Appareillage .....	19
3.1 Source de rayonnement .....	19
3.1.1 Essais de rayonnement de l'environnement général .....	19
3.1.2 Essais des environnements nucléaires hostiles .....	19
3.2 Source optique .....	19
3.3 Filtres optiques /monochromateurs .....	19
3.4 Extracteur de modes de gaine .....	19
3.5 Support de fibre et appareillage de positionnement .....	19
3.6 Séparateur optique .....	20
3.7 Conditions d'injection en entrée .....	20
3.7.1 Fibres de Classe A, catégorie A1 (fibres multimodales à gradient d'indice) .....	20
3.7.2 Fibres de classe B (Fibres unimodales) .....	20
3.7.3 Fibres de classe A, catégorie A2 (fibres à quasi-saut et à saut d'indice) .....	20
3.8 Détecteur – Électronique de détection de signaux .....	20
3.9 Appareil de mesure de la puissance optique .....	20
3.10 Dosimètre de rayonnement .....	20
3.11 Bac à température contrôlée .....	20
3.12 Touret en essai .....	21
4 Échantillonnage et spécimens .....	21
4.1 Spécimens .....	21
4.1.1 Spécimen de fibre .....	21
4.1.2 Spécimen de câble .....	21
4.2 Spécimen pour l'essai de rayonnement de l'environnement général .....	21
4.3 Éprouvette pour les essais des environnements nucléaires hostiles .....	21
4.4 Touret en essai .....	21
4.5 Écran contre la lumière ambiante .....	21
5 Procédure .....	22
5.1 Généralités .....	22
5.2 Étalonnage de source de rayonnement .....	22
5.3 Préparation et préconditionnement .....	22
5.4 Mesure d'affaiblissement pour le rayonnement de l'environnement général .....	23
5.5 Mesure d'affaiblissement pour environnement nucléaire hostile .....	23
6 Calculs .....	23
6.1 Variation de l'affaiblissement optique $\Delta a$ (essai de rayonnement de l'environnement général) .....	23
6.2 Variation du facteur de transmission optique, $a$ (essai de rayonnement dû à un environnement nucléaire hostile) .....	24
6.3 Normalisation des résultats .....	24
7 Résultats .....	24
7.1 Informations à fournir pour chaque mesure .....	24
7.2 Informations disponibles pour chaque mesure .....	25

8 Informations à mentionner dans la spécification .....	25
Bibliographie.....	26

# COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

## FIBRES OPTIQUES –

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

#### AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Électrotechnique 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. À cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes Internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications publiquement disponibles (PAS) et des Guides (désignés ci-après par «Publication(s) CEI»). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national de la CEI 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 publications CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et elles sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Bien que tous les efforts raisonnables soient faits pour s'assurer de la précision du contenu technique des Publications de la CEI, la CEI ne saurait être tenue pour responsable de la manière dont elles sont utilisées ou d'une quelconque mauvaise interprétation par un quelconque utilisateur final.
- 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 publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toute divergence entre une quelconque publication de la CEI et la publication nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 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. Il est indispensable d'utiliser les publications citées pour appliquer correctement la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication CEI peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de l'identification de l'un quelconque ou de la totalité de ces droits de propriété industrielle.

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.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition publiée en 2003. Elle constitue une révision technique.

La présente édition contient les changements techniques significatifs suivants par rapport à l'édition précédente:

- les conditions d'injection et les sources optiques ont été revues et sont mieux définies.

La présente version bilingue (2013-07) correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2012-10.

Le texte anglais de cette norme est issu des documents 86A/1413/CDV et 86A/1433/RVC.

Le rapport de vote 86A/1433/RVC donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

La version française de cette norme n'a pas été soumise au vote.

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

Une liste de toutes les parties de la série CEI 60793, publiées sous le titre général *Fibres optiques*, est disponible sur le site internet de la CEI.

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

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

## 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 de Classe B ou multimodales de Classe A, catégories A1 et A2, 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 porte 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 ambiant sont effectués par le biais d'une mesure d'affaiblissement similaire à la CEI 60793-1-40, Méthode A, fibre coupée. Les effets d'environnements nucléaires hostiles sont testés 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 régénération (diminution d'affaiblissement induit par le rayonnement). La régénération peut se produire sur une large plage de temps qui dépend du temps d'irradiation et de la température de recuit. 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 seront nécessaires.

Cette méthode d'essai est rédigée de façon à contenir une énumération claire et concise des instructions. La connaissance du contexte qui est nécessaire pour réaliser correctement les essais d'irradiation appropriés et expressifs et également pour limiter l'incertitude de mesure est traitée indépendamment dans la CEI/TR 62283.

Il est à noter que des règlements stricts et des installations de protection adaptées doivent être adoptés dans le laboratoire pour cet essai. Un personnel formé et soigneusement sélectionné doit être 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 suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. 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, *Fibres optiques – Partie 1-40: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Affaiblissement*

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

CEI 60793-1-46, *Fibres optiques – Partie 1-46: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Contrôle des variations du facteur de transmission optique*

CEI 61280-4-1, *Procédures d'essai des sous-systèmes de télécommunications à fibres optiques – Partie 4-1: Installations câblées – Mesure de l'affaiblissement en multimodal*

### **3 Appareillage**

#### **3.1 Source de rayonnement**

##### **3.1.1 Essais de rayonnement de l'environnement général**

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

##### **3.1.2 Essais des environnements nucléaires hostiles**

Une ou plusieurs sources ionisantes de  $^{60}\text{Co}$  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 optique**

Une source optique telle qu'une lampe, une diode laser ou une diode électroluminescente émettant à des longueurs d'onde compatibles avec les fibres optiques en essai doit être utilisée.

La source optique 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  $< -30$  dBm ( $1,0 \mu\text{W}$ ) ou telle que spécifiée dans la spécification particulière. La source optique doit être modulée avec un signal à impulsions avec un cycle de service de 50 %.

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

#### **3.3 Filtres optiques /monochromateurs**

Sauf spécification contraire, des tolérances de longueurs d'onde de  $\pm 20$  nm doivent être obtenues en filtrant la source optique 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.

### **3.7 Conditions d'injection en entrée**

#### **3.7.1 Fibres de Classe A, catégorie A1 (fibres multimodales à gradient d'indice)**

Un simulateur d'équilibre des modes 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. Les exigences relatives aux conditions d'injection pour les mesures des fibres multimodales à gradient d'indice de sous-catégorie A1a sont définies dans la CEI 61280-4-1.

#### **3.7.2 Fibres de classe B (Fibres unimodales)**

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 CEI 60793-1-44, Méthode C satisfait à cette exigence.

#### **3.7.3 Fibres de classe A, catégorie A2 (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 – Électronique 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  $\mu\text{W}$  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  $\pm 2$  °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.

## **4 Échantillonnage et spécimens**

### **4.1 Spécimens**

#### **4.1.1 Spécimen de fibre**

Le spécimen en essai doit être un échantillon représentatif de la fibre spécifiée dans la spécification particulière.

#### **4.1.2 Spécimen 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 Spécimen 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 égale à  $(3\,000 \pm 30)$  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 Éprouvette 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 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 Écran 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

### 5.1 Généralités

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.

### 5.2 Étalonnage 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 supérieure ou égale 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.

### 5.3 Préparation et préconditionnement

L'échantillon en essai doit être préconditionné dans la chambre d'essai à  $(25 \pm 5)$  °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  $\mu$ W ou bien telle que le précise la spécification particulière.

NOTE Si une source qui couple plus de 1,0  $\mu$ 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  $^{60}\text{Co}$  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. S'il convient de réaliser l'essai à différentes températures, l'affaiblissement avant l'irradiation doit être mesuré pour différentes températures pour chaque longueur d'onde spécifiée.

## 5.4 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 CEI 60793-1-40, Méthode A, 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 Gy/h (Gray/heure). L'échantillon en essai doit être exposé à une dose totale de 0,1 Gy (Gray). 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.

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 CEI 60793-1-40, Méthode A, fibre coupée. L'affaiblissement  $a_2$  de l'échantillon en essai après exposition à la source de rayonnement gamma doit être enregistré.

## 5.5 Mesure d'affaiblissement pour environnement nucléaire hostile

Un contrôle des variations du facteur de transmission optique de l'échantillon en essai doit être réalisée aux longueurs d'onde d'essai spécifiées, conformément à la méthode CEI 60793-1-46.

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

Les effets du rayonnement nucléaire hostiles, 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. À l'aide des mesures d'affaiblissement initiales, avant irradiation, on peut déterminer l'affaiblissement 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 $\Delta a$ (essai de rayonnement de l'environnement général)

$$\Delta a = a_2 - a_1 \text{ dB} \quad (1)$$

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 optique, $a$ (essai de rayonnement dû à un environnement nucléaire hostile)

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

$$a_0 = -10 \lg (P_0/P_B) \text{ dB} \quad (2)$$

$$a_{15} = -10 \lg (P_{15}/P_B) \text{ dB} \quad (3)$$

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 optique de l'échantillon en essai immédiatement après irradiation;

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

## 6.3 Normalisation des résultats

Il convient que les résultats des mesures de référence soient utilisés pour normaliser les résultats d'essai si l'on note une instabilité significative du système.

$$a_{REF} = -10 \lg (P_{E'}/P_{B'}) \text{ dB} \quad (4)$$

où

$P_{E'}$  est la puissance mesurée par le détecteur de référence à la fin de la mesure;

$P_{B'}$  est la puissance mesurée par le détecteur de référence avant le commencement de l'irradiation.

Les résultats d'essai normalisés qui prennent en compte l'instabilité du système sont calculés au moyen de la formule suivante:

$$a_{0NOR} = a_0 - a_{REF} \text{ dB} \quad (5)$$

$$a_{15NOR} = a_{15} - a_{REF} \text{ dB} \quad (6)$$

## 7 Résultats

### 7.1 Informations à fournir pour chaque mesure

Consigner les informations suivantes pour chaque mesure:

- date et titre de l'essai;
- longueur de l'échantillon en essai exposée au rayonnement;
- longueurs d'onde d'essai;
- températures d'essai;
- matériaux, dimensions et modèle du touret en essai;

- dose d'essai et débit de dose;
- variation de l'affaiblissement  $\Delta a$  (essai de rayonnement de l'environnement général);
- variation des facteurs de transmission optiques  $a_0$  et  $a_{15}$  (environnement nucléaire hostile);
- caractéristiques de l'échantillon en essai, telles que le type de fibre, le type de câble, ses dimensions et sa composition;
- enregistrement graphique des résultats des essais.

## 7.2 Informations disponibles pour chaque mesure

Les informations suivantes doivent être fournies sur demande:

- description de la source de rayonnement;
- description des dosimètres utilisés;
- type de source optique, numéro de modèle et fabricant;
- description des filtres optiques ou du monochromateur;
- description de l'extracteur de modes de gaine;
- description du simulateur d'injection d'entrée et conditions d'injection utilisées;
- type de séparateur optique utilisé;
- description de l'appareil de détection et d'enregistrement;
- description des caractéristiques de la chambre de température;
- date du dernier étalonnage en date de l'équipement d'essai;
- nom ou numéro d'identification de l'opérateur.

## 8 Informations à mentionner dans la spécification

La spécification particulière doit préciser les informations suivantes:

- type d'échantillon en essai à soumettre à l'essai;
- diamètre du touret en essai;
- température(s) d'essai;
- les critères de défaillance ou d'acceptation;
- nombre d'échantillons;
- longueurs d'onde d'essai;
- dose d'essai et débit de dose;
- autres conditions d'essai.

## Bibliographie

CEI/TR 62283, *Optical fibres – Guidance for nuclear radiation tests* (disponible en anglais seulement)

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

CEI 60793-2-20, *Fibres optiques – Partie 2-20: Spécifications de produits – Spécification intermédiaire pour les fibres multimodales de catégorie A2*

CEI 60793-2-50, *Fibres optiques – Partie 2-50: Spécifications de produits – Spécification intermédiaire pour les fibres unimodales de classe B*

---



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](mailto:info@iec.ch)  
[www.iec.ch](http://www.iec.ch)