

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Optical fibre cables –
Part 1-22: Generic specification – Basic optical cable test procedures –
Environmental test methods**

**Câbles à fibres optiques –
Partie 1-22: Spécification générique – Modes opératoires de base applicables
aux essais des câbles optiques – Méthodes d’essais d’environnement**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED
Copyright © 2017 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 l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
info@iec.ch
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.

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

The stand-alone application for consulting the entire bibliographical information on IEC International Standards, Technical Specifications, Technical Reports and other documents. Available for PC, Mac OS, Android Tablets and iPad.

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

The advanced search enables 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

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

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing 21 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 16 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

67 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

IEC Customer Service Centre - 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: sales@iec.ch.

A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) 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 IEC

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

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

Application autonome pour consulter tous les renseignements bibliographiques sur les Normes internationales, Spécifications techniques, Rapports techniques et autres documents de l'IEC. Disponible pour PC, Mac OS, tablettes Android et iPad.

Recherche de publications IEC - webstore.iec.ch/advsearchform

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC 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.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient 21 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

67 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: sales@iec.ch.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Optical fibre cables –
Part 1-22: Generic specification – Basic optical cable test procedures –
Environmental test methods**

**Câbles à fibres optiques –
Partie 1-22: Spécification générique – Modes opératoires de base applicables
aux essais des câbles optiques – Méthodes d’essais d’environnement**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 33.180.10

ISBN 978-2-8322-5553-7

**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.....	5
INTRODUCTION.....	7
1 Scope.....	8
2 Normative references	8
3 Terms and definitions	9
4 Method F1 – Temperature cycling.....	9
4.1 Object.....	9
4.2 Sample	9
4.3 Apparatus	10
4.4 Procedure	10
4.4.1 Initial measurement	10
4.4.2 Pre-conditioning	10
4.4.3 Conditioning	11
4.4.4 Recovery	13
4.5 Requirements	13
4.6 Details to be specified.....	13
4.7 Details to be reported	14
5 Method F5 – Water penetration	14
5.1 Object.....	14
5.2 Sample	14
5.2.1 Method F5A.....	14
5.2.2 Method F5B.....	14
5.2.3 Method F5C (for cables with swellable water blocking material).....	15
5.3 Apparatus	15
5.3.1 Test fixtures and set-up	15
5.3.2 Water	15
5.3.3 Orifice (method F5C)	15
5.4 Procedure	15
5.4.1 Method F5A and F5B.....	15
5.4.2 Method F5C.....	16
5.5 Requirements	16
5.6 Details to be specified.....	16
5.7 Details to be reported	16
6 Method F7 – Nuclear radiation.....	19
6.1 Object.....	19
6.2 Sample	19
6.3 Apparatus	19
6.4 Procedure	19
6.4.1 Fibres	19
6.4.2 Materials	19
6.5 Requirements	19
6.6 Details to be specified.....	19
7 Method F8 – Pneumatic resistance	19
7.1 Object.....	19
7.2 Sample	20

7.3	Apparatus	20
7.4	Procedure	20
7.5	Requirement	20
7.6	Details to be specified.....	20
8	Method F9 – Ageing	21
8.1	Object.....	21
8.2	Sample	21
8.3	Apparatus	21
8.4	Procedure	21
8.5	Requirement	21
8.6	Details to be specified.....	21
9	Method F10 – Underwater cable resistance to hydrostatic pressure.....	22
9.1	Object.....	22
9.2	Sample	22
9.3	Apparatus	22
9.4	Procedure	22
9.5	Requirements	22
9.6	Details to be specified.....	22
10	Method F11 – Sheath shrinkage (cables intended for patch cords)	22
10.1	Object.....	22
10.2	Sample	23
10.3	Apparatus	23
10.4	Procedure	23
10.5	Requirements	24
10.6	Details to be specified.....	24
10.7	Details to be reported	24
11	Method F12 – Temperature cycling of cables to be terminated with connectors	24
11.1	Object.....	24
11.2	Sample	24
11.3	Apparatus	24
11.4	Procedure	25
11.5	Requirements	25
11.6	Details to be specified.....	25
12	Method F13 – Microduct pressure withstand	25
12.1	Object.....	25
12.2	Sample	26
12.3	Apparatus	26
12.4	Procedure	26
12.5	Requirements	26
12.6	Details to be specified.....	26
13	Method F14 – Cable UV resistance test.....	26
13.1	Object.....	26
13.2	Sample	27
13.3	Apparatus	27
13.4	Procedure	27
13.4.1	General	27
13.4.2	Conditioning for outdoor cables (weatherometer test)	27
13.4.3	Conditioning for indoor cables (QUV test)	28

13.5	Requirements	28
13.6	Details to be specified.....	28
14	Method F15 – Cable external freezing test.....	28
14.1	Object.....	28
14.2	Sample	28
14.3	Apparatus	28
14.4	Procedure	28
14.5	Requirements	29
14.6	Details to be specified.....	29
15	Method F16 – Compound flow (drip)	29
15.1	Object.....	29
15.2	Sample	29
15.3	Apparatus	30
15.4	Procedure	30
15.5	Requirements	31
15.6	Details to be specified.....	31
16	Method F17 – Cable shrinkage test (fibre protrusion).....	31
16.1	Object.....	31
16.2	Sample	31
16.3	Apparatus	31
16.4	Conditioning.....	31
16.5	Requirements	33
16.6	Details to be specified.....	33
16.7	Details to be reported	33
17	Method F18 – Mid-span temperature cycling test for exposed buffer tubes	34
17.1	Object.....	34
17.2	Sample	34
17.3	Apparatus	34
17.4	Procedure	34
17.5	Requirements	35
17.6	Details to be specified.....	35
	Annex A (normative) Colour permanence.....	36
	Bibliography.....	37
	Figure 1 – Initial cycle(s) procedure	12
	Figure 2 – Final cycle procedure	13
	Figure 3 – Test arrangement for method F5A.....	17
	Figure 4 – Test arrangement for method F5B.....	17
	Figure 5 – Test arrangement for method F5C: pre-soaked sample	17
	Figure 6 – Test arrangement for method F5C: pre-soak procedure.....	18
	Figure 7 – Test arrangement for method F5C: orifice	18
	Figure 8 – Test arrangement for method F5C: longer sample.....	18
	Figure 9 – Preparation of the cable ends.....	32
	Figure 10 – Fibre protrusion measurement.....	33
	Table 1 – Minimum soak time t_1	12

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

OPTICAL FIBRE CABLES –

**Part 1-22: Generic specification –
Basic optical cable test procedures –
Environmental test methods**

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 60794-1-22 has been prepared by subcommittee 86A: Fibres and cables, of IEC technical committee 86: Fibre optics.

This bilingual version (2018-04) corresponds to the monolingual English version, published in 2017-10.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 2012. It constitutes a technical revision.

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

- a) new test method designation F16 – Compound flow (drip) [E14 in IEC 60794-1-21];
- b) new test method F17 – Cable shrinkage test (fibre protrusion);

c) new test method F18 – Mid-span temperature cycling test.

NOTE Missing numbers in the test methods sequence are intentional. They can suggest a deleted test method or a test method that was never published.

The text of this International Standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
86A/1813/FDIS	86A/1827/RVD

Full information on the voting for the approval of this International 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 document has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

A list of all parts in the IEC 60794 series, published under the general title *Optical fibre cables*, can be found on the IEC website.

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

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

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

INTRODUCTION

IEC 60794-1-2:2003 has been split into five new documents:

- IEC 60794-1-2, *Optical fibre cables – Part 1-2: Generic specification – Basic optical cable test procedures – General guidance*
- IEC 60794-1-21, *Optical fibre cables – Part 1-21: Generic specification – Basic optical cable test procedures – Mechanical tests methods*
- IEC 60794-1-22, *Optical fibre cables – Part 1-22: Generic specification – Basic optical cable test procedures – Environmental tests methods*
- IEC 60794-1-23, *Optical fibre cables – Part 1-23: Generic specification – Basic optical cable test procedures – Cable elements tests methods*
- IEC 60794-1-24, *Optical fibre cables – Part 1-24: Generic specification – Basic optical cable test procedures – Electrical tests methods*

OPTICAL FIBRE CABLES –
Part 1-22: Generic specification –
Basic optical cable test procedures –
Environmental test methods

1 Scope

This part of IEC 60794 defines test procedures to be used in establishing uniform requirements for the environmental performance of

- optical fibre cables for use with telecommunication equipment and devices employing similar techniques, and
- cables having a combination of both optical fibres and electrical conductors.

Throughout this document, the wording "optical cable" can also include optical fibre units, microduct fibre units, etc.

See IEC 60794-1-2 for a reference guide to test methods of all types and for general requirements and definitions.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements 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 60068-2-14:2009, *Environmental testing – Part 2-14: Tests – Test N: Change of temperature*

IEC 60304, *Standard colours for insulation for low-frequency cables and wires*

IEC 60544-1, *Electrical insulating materials – Determination of the effects of ionizing radiation – Part 1: Radiation interaction and dosimetry*

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

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

IEC 60793-1-54, *Optical fibres – Part 1-54: Measurement methods and test procedures – Gamma irradiation*

IEC 60794-1-1, *Optical fibre cables – Part 1-1: Generic specification – General*

IEC 60811-503, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 503: Mechanical tests – Shrinkage test for sheaths*

ISO 4892-2, *Plastics – Methods of exposure to laboratory light sources – Part 2: Xenon-arc lamps*

ISO 4892-3, *Plastics – Methods of exposure to laboratory light sources – Part 3: Fluorescent UV lamps*

3 Terms and definitions

No terms and definitions are listed in this document.

ISO and IEC maintain terminological databases for use in standardization at the following addresses:

- IEC Electropedia: available at <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: available at <http://www.iso.org/obp>

4 Method F1 – Temperature cycling

4.1 Object

This measuring method applies to optical fibre cables, which are tested by temperature cycling in order to determine the stability behaviour of the attenuation of cables submitted to temperature changes. This method can also be used for evaluation of buffer tubes or other elements independent of a cable construction, as defined by a detail specification.

Changes in the attenuation of optical fibre cables, which can occur with changing temperature, are generally the result of buckling or tensioning of the fibres resulting from differences between their thermal expansion coefficient and the coefficients of the cable strength and sheath members. Test conditions for temperature-dependent measurements shall simulate the worst conditions.

This test can be used either for monitoring cable behaviour in the temperature range, which can occur during storage, transportation and usage, or to check, in a selected temperature range (usually wider than that required for the above-mentioned case), the stability behaviour of the attenuation connected to a substantially microbend-free situation of the fibre within the cable structure.

NOTE 1 Method F12 is a specialized subset of this method, specifically addressing cables for use in patch cords.

NOTE 2 The ageing test, F9, uses method F1 as its pre- and post-test temperature cycle. Often these tests are done together.

NOTE 3 The cable shrinkage test, F17, uses method F1 as temperature cycling. These tests can be done together.

4.2 Sample

The sample shall be a factory length or a sample of sufficient length as indicated in the detail specification but, nevertheless, of length appropriate to achieve the desired accuracy of attenuation measurements. The sample is additionally defined as the cable sample as deployed for testing.

In order to gain reproducible values, the cable sample shall be brought into the climatic chamber in a manner such that the deployment does not affect the measurement. Such methods could be a loose coil or on a reel with large diameter coils, cushioned reels with a soft layer or a zero tension facility device.

The ability of the fibre(s) to accommodate differential expansion and contraction (e.g. by slipping within the cable) could be influenced by the bending radius of the cable. Sample conditioning should, therefore, be realized as close as possible to normal usage conditions. The bend diameter of the cable sample shall not violate the minimum bend diameter of the cable, tube or other unit as specified by the detail specification.

Potential problems are due to an actual difference between the expansion coefficients of the test sample and of the holder (e.g. reel, basket, plate) which can induce, during thermal cycles, a significant effect on the test result if "no effect" conditions are not completely fulfilled. The intent is to simulate the installed condition, in which the cable is generally straight for the majority of its length.

Parameters of influence are mainly the details of conditioning, the type and materials of the holder, and the diameter of the sample coil or reel.

General recommendations include the following.

- a) The winding diameter shall be large enough to keep the ability of the fibre to accommodate differential expansion and contraction. A winding diameter substantially greater than the value selected for cable delivery can be necessary.
- b) Any risk of cable expansion (or contraction) limitation created by conditioning shall be suppressed. In particular, special care should be taken to avoid residual tension on the cable during the test. For example, a tight winding on a drum is not recommended as it can limit cable contraction at low temperature. On the other hand, a tight multilayer winding can limit expansion at high temperature.
- c) The use of loose winding is recommended with large diameter coils and cushioned reels with a soft layer or zero tension facility device.
- d) The number of fibres tested shall conform to IEC 60794-1-1.
- e) The fixed cable ends as well as connection to the equipment shall be outside of the temperature chamber to avoid negative influences.

When necessary, in order to limit the length of the cable under test, it is permissible to concatenate several fibres of the cable and to measure the concatenated fibres. The number of connections shall be limited and they should be located outside the climatic chamber.

4.3 Apparatus

The apparatus shall consist of the following.

- a) An appropriate attenuation measuring apparatus for the determination of attenuation change (see the test methods of IEC 60793-1-40 and 60793-1-46).
- b) a climatic chamber of a suitable size to accommodate the sample and whose temperature shall be controllable to remain within ± 3 °C of the specified testing temperature. One example of a suitable chamber is given in Clause 8 of IEC 60068-2-14:2009.
- c) A temperature sensing device to measure the temperature of the sample, when applicable. Samples with a large thermal mass can require measurement to verify temperature stability rather than utilizing a specified exposure period, t_1 (see Table 1).

4.4 Procedure

4.4.1 Initial measurement

The sample shall be visually inspected and a basic value for attenuation at the initial temperature shall be determined.

4.4.2 Pre-conditioning

Pre-conditioning conditions shall be agreed between customer and supplier.

4.4.3 Conditioning

Figure 1 and Figure 2 show graphically the initial cycle(s) and the final cycle. Together, they illustrate the temperature cycle sequence to be used. If only one high and low temperature is specified, use Figure 1; for cycles with multiple high and/or low temperature steps, use Figure 2.

NOTE The language of the conditioning procedure is written in reference to Figure 1, for clarity. If Figure 2, with multiple low and/or high temperatures, is used, the appropriate steps are repeated for each temperature. That is, steps (2) to (4) would be repeated for each additional low temperature and/or steps (5) to (7) would be repeated for each high temperature.

- 1) The sample at ambient temperature shall be introduced into the climatic chamber which is also at that temperature.
- 2) The temperature in the chamber shall then be lowered to the appropriate low temperature T_{A2} at a rate of cooling not to exceed 60 °C per hour, unless otherwise specified.

NOTE The initial cycles use the temperature extremes, T_{A2} and T_{B2} , regardless of whether the cycle Figure 1 or Figure 2 is being used.

- 3) After temperature stability in the chamber has been reached, the sample shall be exposed to the low temperature conditions for the appropriate period t_1 (see (4), below).
- 4) A minimum soak time is given in Table 1; however, the soak time, t_1 , shall be sufficient to bring the complete cable to equilibrium with the specified temperature.
- 5) The temperature in the chamber shall then be raised to the appropriate high temperature T_{B2} at a rate of heating not to exceed 60 °C per hour, unless otherwise specified.
- 6) After temperature stability in the chamber has been reached, the sample shall be exposed to the high temperature conditions for the appropriate period t_1 .
- 7) The temperature in the chamber shall then be lowered to the value of the ambient temperature at the appropriate rate of cooling. This procedure constitutes one cycle (see Figure 1 or Figure 2). If this is the intermediate step in a series of cycles, no soak is required, but no measurements shall be taken.
- 8) Continue to the next cycle, using steps 2) through 7). The sample shall be subjected to at least two cycles unless otherwise required by the relevant detail specification. The initial cycle(s) shall comprise one low temperature and one high temperature, as per Figure 1. The final cycle shall comprise one low temperature and one high temperature, as per Figure 1, as required by the relevant detail specification. If multiple low or high temperature steps are required, the final cycle shall comprise two or more low temperatures and two or more high temperatures, as per Figure 2. On the last cycle, if multiple temperatures are specified, the sample shall be held at each intermediate temperature (T_{A1} or T_{B1}) for the appropriate time t_1 . At the end of the cycling sequence, hold the sample at ambient temperature for the appropriate period t_1 .
- 9) The attenuation shall be measured at ambient temperature at the start of the first cycle, at the end of the soak time t_1 at each of the specified temperature steps (T_{A1} , T_{A2} , T_{B1} , T_{B2}) in the final cycle, and at ambient temperature at the end of the final cycle. If measurement at intermediate cycles is required by the detail specification, the measurements shall be performed in the same manner.
- 10) Before removal from the chamber, the sample under test shall have reached temperature stability at ambient temperature.

Table 1 – Minimum soak time t_1

Minimum soak times for a given sample mass	
Sample mass kg	Minimum soak time, t_1 h
Under 0,35	0,5
0,36 to 0,7	1
0,8 to 1,5	2
1,6 to 15	4
16 to 100	8
101 to 250	12
251 to 500	14
Over 501	16

NOTE It is the responsibility of the tester to assure that the soak time is long enough to bring the cable to equilibrium with the specified temperature.

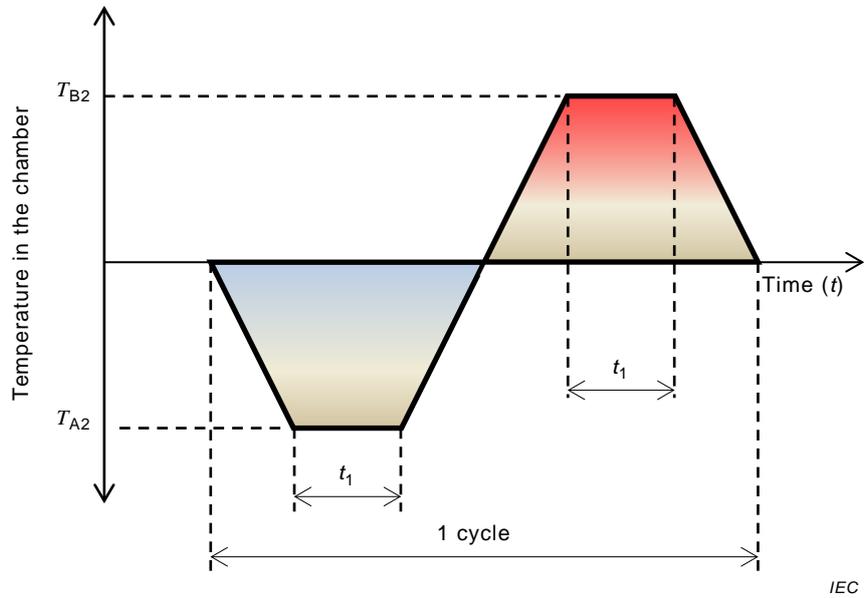


Figure 1 – Initial cycle(s) procedure

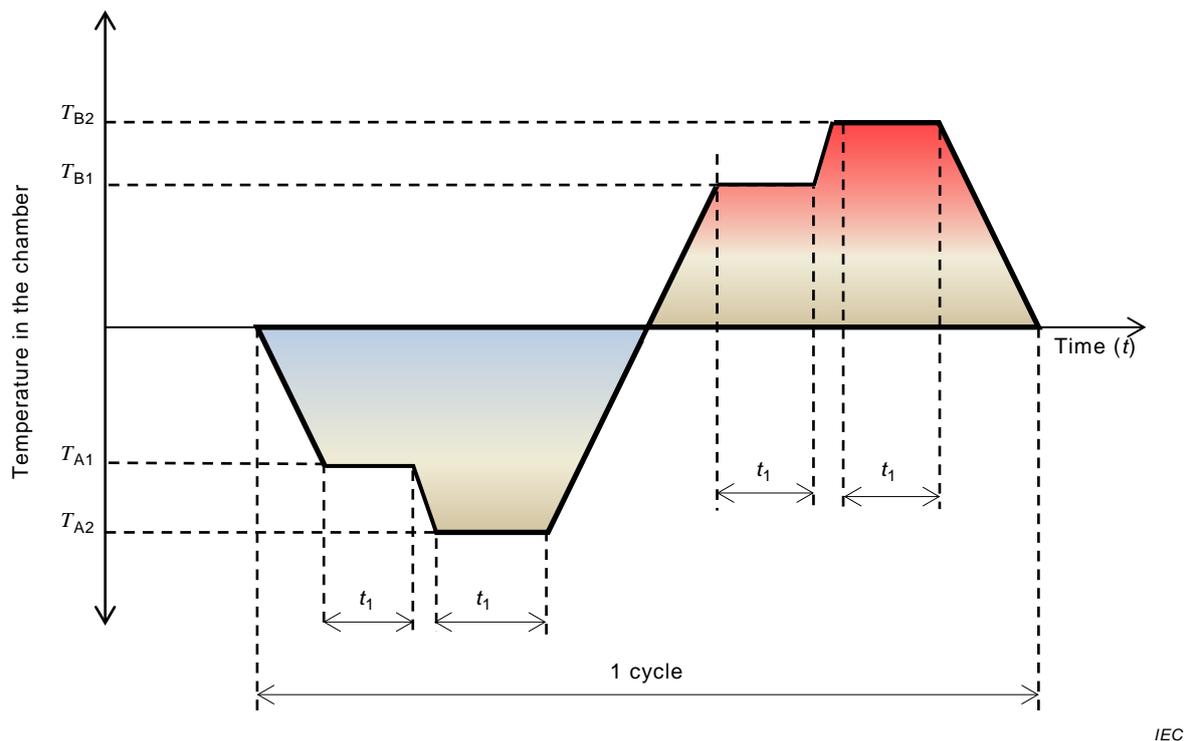


Figure 2 – Final cycle procedure

4.4.4 Recovery

If the ambient temperature is not the standard atmospheric condition to be used for testing after removal from the chamber, the sample shall be allowed to attain temperature stability at this latter condition.

The relevant detail specification can call for a specific recovery period for a given type of sample.

4.5 Requirements

The acceptance criteria for the test shall be as stated in the detail specification. Typical failure modes include loss of optical continuity, degradation of optical transmittance or physical damage to the cable. Unless otherwise specified, the change in attenuation shall be calculated with respect to the attenuation value attained at ambient conditions prior to the start of the temperature cycling test (4.4.1).

4.6 Details to be specified

The detail specification shall include the following:

- a) cable sample length;
- b) number of fibres tested if different from 4.2;
- c) length of the fibre under test;
- d) type of connection between concatenated fibres (optional);
- e) temperature limits:
 - i) T_{A2} and T_{B2} (Figure 1), or
 - ii) T_{A1} , T_{A2} , T_{B1} and T_{B2} (Figure 2);
- f) number of cycles;
- g) humidity levels at each temperature extreme (if specified);

- h) maximum change of attenuation (see 4.5) at a specified wavelength as a function of temperature cycling.

4.7 Details to be reported

Type of winding:

- a) coil, reel, other (to be stated, in case of a cushioned reel, the type of cushioning and material used);
- b) winding diameter;
- c) single or multilayer;
- d) winding tension and zero tension facility device (if any).

Soaking time, t_1 , if different, as specified in Table 1.

5 Method F5 – Water penetration

5.1 Object

This test applies to continuously water-blocked cables. The purpose is to determine the ability of a cable to block water migration along a specified length.

- F5A evaluates radial ingress of water due to sheath damage.
- F5B evaluates longitudinal ingress of water down the entire cable cross-section designed to be water-blocked, from an undefined water exposure at a cable end.
- F5C also evaluates longitudinal ingress of water from cable end and is applicable for cables with swellable water blocking material.

Compliance shall be checked on samples of cable using one of the three following methods (F5A, F5B or F5C), as stated in the detail specification. Method F5A tests for water migration between the outer interstices of the optical core and the outer sheath, whereas methods F5B and F5C test for water migration over the entire cross-section designed to be water-blocked. Method F5C includes a precondition step, a restricted-flow apparatus, or longer sample to simulate gradual water exposure at a location along the length of a cable or at a cable end. Multiple sheath designs, for example armoured cables, are not necessarily designed to be water blocked. If so, then remove the outer layers before application of the seals.

5.2 Sample

5.2.1 Method F5A

A circumferential portion of sheath and wrapping 25 mm wide shall be removed 3 m from one end of a sample length of cable and a watertight sleeve shall be applied over the exposed core so as to bridge the gap in the sheath and allow a 1 m height of water to be applied.

The opposite end of the sample shall be capped to block any water leakage in that direction.

The sample shall be long enough to include the test end length, the length of removed sheath, and length sufficient to cap the opposite end. Generally, 3,1 m should be sufficient.

5.2.2 Method F5B

A cable sample that shall not exceed 3 m is used.

A watertight seal shall be applied to one end of the sample to allow a 1 m height of water to be applied.

NOTE 1 If the armour in armoured cables is not designed to be water-blocked, the armour can be removed at the end before the application of the seal.

NOTE 2 Water pressure can force the fibre and filling compound out of the core tubes of filled cables. Such an occurrence would be a “test void” result. Therefore, the core can require that the fibres be restrained at the exit end – as with a screen or cloth covering. Since the filled tubes exhibit robust water blocking ability, testing can focus on the water penetration characteristics of the rest of the cable. In this case, it is suggested that the core tube(s) be plugged at either end to avoid this problem.

5.2.3 Method F5C (for cables with swellable water blocking material)

A cable sample, which shall not exceed 3 m, is used for pre-soak or orifice procedure. Unless one of these procedures is selected, a longer cable sample, which shall not exceed 40 m, can be used.

A watertight seal shall be applied to one end of the sample to allow a 1 m height of water to be applied.

NOTE 1 If the armour in armoured cables is not designed to be water-blocked, the armour can be removed at the end before the application of the seal.

NOTE 2 Water pressure can force the fibre and water-blocking material out of the core tubes of filled cables. Such an occurrence would be a “test void” result. Therefore, the core can require that the fibres be restrained at the exit end – as with a screen or cloth covering.

5.3 Apparatus

5.3.1 Test fixtures and set-up

Suitable test arrangements are shown in Figures 3 to 8: for method F5A – Figure 3; method F5B – Figure 4, and method F5C – Figures 5 to 8. Unless otherwise specified in the detail specification, the sample shall be supported horizontally.

5.3.2 Water

Water shall be potable water, either common tap water or deionized or distilled water, at the option of the cable manufacturer.

A water soluble fluorescent dye or other suitable colouring agent may be used to aid in the detection of water seepage at the option of the cable manufacturer. Care should be taken in choosing a fluorescent dye that does not react with any of the cable components.

NOTE Fluorescent dyes inhibit the action of many swellable water blocking materials to some degree, which can bias test results.

If required by the detail specification, water simulating sea water (or other) may be used for the test. Note that special design considerations and test limits should apply to cables designed for salt water or brackish water exposure.

5.3.3 Orifice (method F5C)

An orifice may be placed in the tube connecting the water source to the sample to limit the water flow rate.

The orifice, if used, shall be 1,50 mm ± 0,25 mm diameter, and a maximum length of 30 mm (see Figure 7).

5.4 Procedure

5.4.1 Method F5A and F5B

1 m height of water shall be applied for 24 h.

5.4.2 Method F5C

5.4.2.1 Pre-soak (alternative)

If the pre-soak procedure is used, one end of the sample shall be pre-soaked in a bucket of water to a depth of $100 \text{ mm} \pm 10 \text{ mm}$ for 10 min. After the pre-soak and at the same end, a watertight seal shall be applied to allow a 1 m height of water to be applied.

After the pre-soak procedure, 1 m height of water shall be applied for 24 h.

5.4.2.2 Orifice (alternative)

The orifice, if used, may be placed in any part of the tube connecting the water head source to the sample.

1 m height of water shall be applied for 24 h.

5.4.2.3 Longer sample (alternative)

1 m height of water shall be applied for 24 h.

5.5 Requirements

For methods F5A, F5B and F5C, no water shall be detected at the unsealed end of the sample. If a fluorescent dye is used, an ultraviolet light may be used for the examination.

NOTE The test procedure 5.4 is a basic compliance requirement. For process evaluation, test samples of shorter lengths can be tested for a shorter time.

5.6 Details to be specified

The detail specification shall include the following:

- a) method used – F5A, F5B, or F5C (see Figures 3 to 8);
- b) any alternative test length, water head, water type, or test duration;
- c) alternative test lengths, preconditioning or leakage requirements if salt water (or other) is to be used.

5.7 Details to be reported

- If method F5C is used, which alternative procedure was used – pre-soak, orifice, or longer length.
- Details of dye, if used.
- Test length, if different.
- Duration of test, if different.

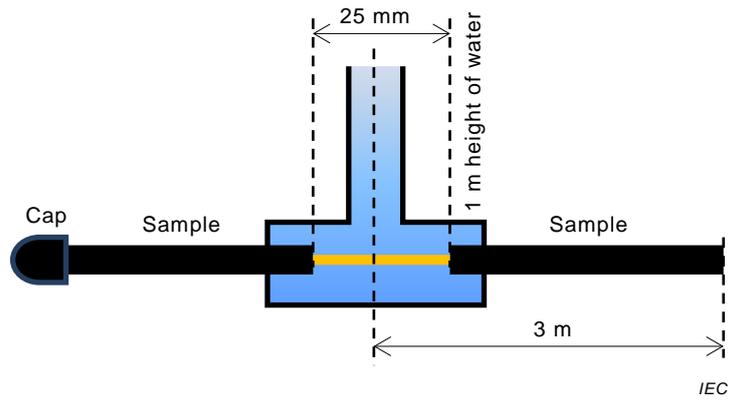


Figure 3 – Test arrangement for method F5A

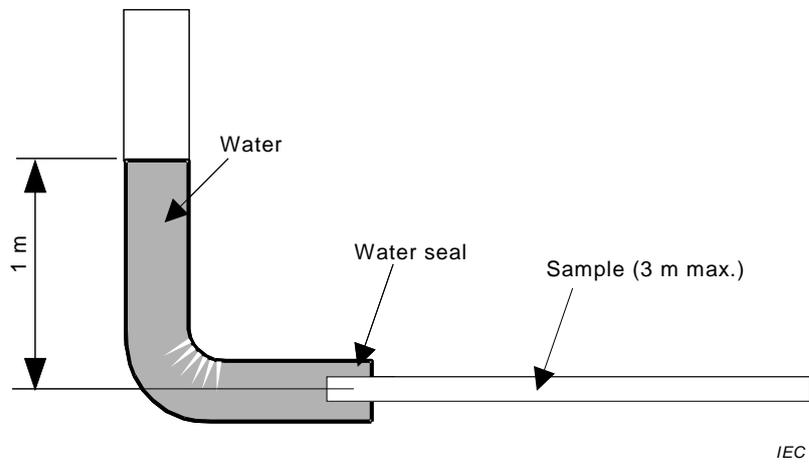


Figure 4 – Test arrangement for method F5B

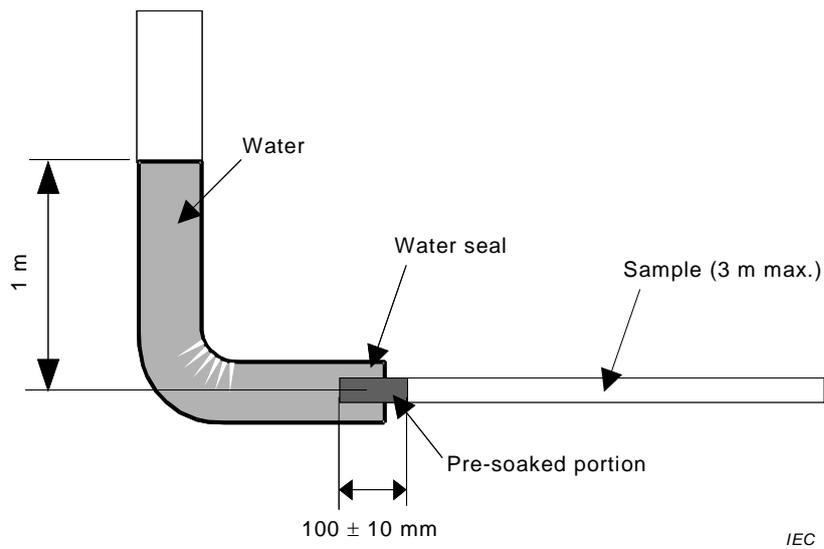
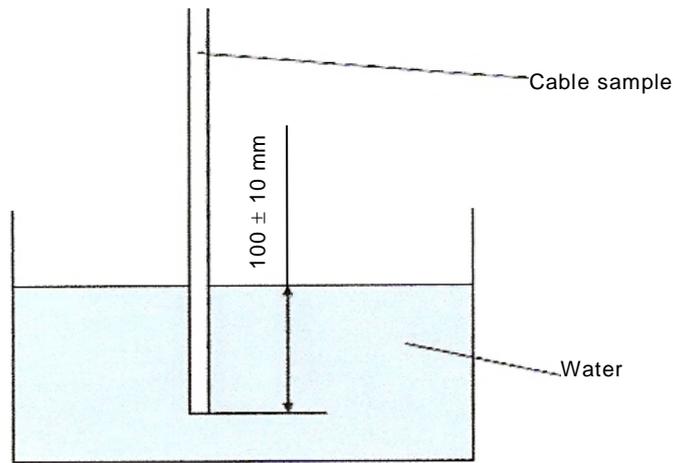
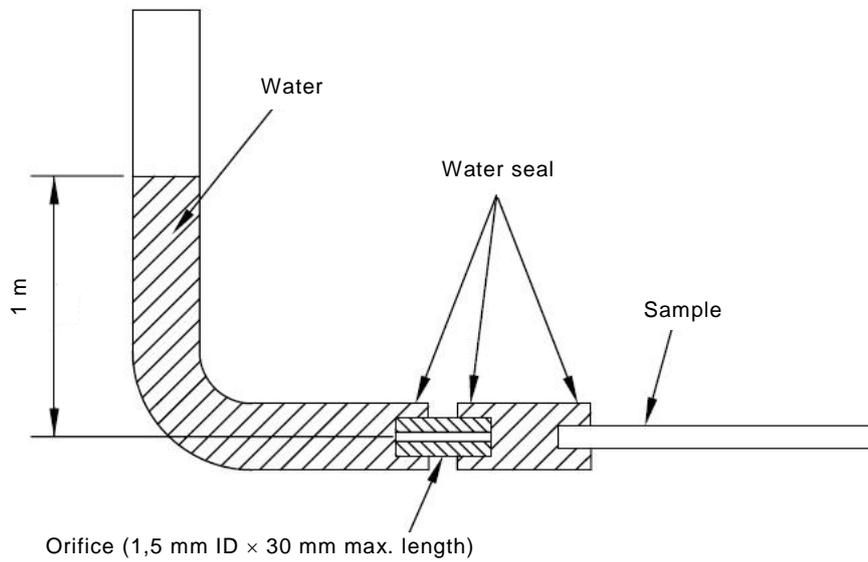


Figure 5 – Test arrangement for method F5C: pre-soaked sample



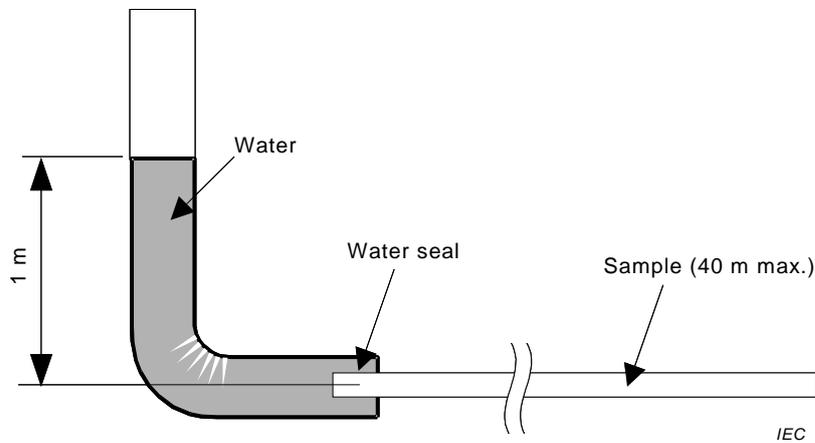
IEC

Figure 6 – Test arrangement for method F5C: pre-soak procedure



IEC

Figure 7 – Test arrangement for method F5C: orifice



IEC

Figure 8 – Test arrangement for method F5C: longer sample

6 Method F7 – Nuclear radiation

6.1 Object

Exposure of optical fibre cables to nuclear radiation can cause a change in the attenuation of the fibres and a change in the physical characteristics of the materials used in the cable construction. Typically, attenuation is more sensitive than change in the physical characteristics.

The attenuation of fibres and cabled optical fibres generally increases when exposed to radiation, due mainly to the trapping of radiolytic electrons and holes at defect sites in the glass. Exposure of polymeric materials to radiation generally produces degradation in properties such as tensile strength, elongation at break and impact performance as the material becomes brittle (although some materials can show an initial improvement at relatively low levels of exposure due to crosslinking).

In special cases where the cable operational environment includes exposure to nuclear radiation, for example military applications and cables for use in certain areas in nuclear power stations and nuclear laboratories, fibres and materials with an appropriate radiation response can be chosen, and cable constructions incorporating metal sheaths or composite screens can be considered.

6.2 Sample

The sample shall be as defined in IEC 60793-1-54.

6.3 Apparatus

The apparatus description is given in IEC 60793-1-54.

6.4 Procedure

6.4.1 Fibres

For the radiation response of fibres, including cabled fibres, use the nuclear radiation method of IEC 60793-1-54.

6.4.2 Materials

For the radiation response of materials, the methodology given in IEC 60544-1 shall be used.

6.5 Requirements

The nuclear radiation resistance shall comply with the maximum value given in the detail specification.

6.6 Details to be specified

Details to be specified are given in IEC 60793-1-54.

7 Method F8 – Pneumatic resistance

7.1 Object

This test applies only to unfilled cables which are protected by gas pressurization. The purpose is to measure the pneumatic resistance to gas flow of such cables. The pneumatic resistance of pressurized cables is required to assure adequate functioning of the gas pressurization process and systems. The results obtained using dry air can be used to calculate the performance using other gases.

7.2 Sample

The sample of finished cable shall have a length sufficient to carry out the test specified.

7.3 Apparatus

The apparatus shall consist of the following:

- a) pneumatic equipment to supply a regulated pressure of air to the sample;
- b) a flow-meter;
- c) a barometer;
- d) a thermometer.

7.4 Procedure

The ambient temperature and barometric pressure shall be measured.

The length of finished cable shall have one end connected to a steady state source of dry air to be measured by the flow-meter, supplied by a pressure regulated source providing air with a dryness of 5 % RH or lower, at +20 °C. The other end of the cable shall be open to the atmosphere.

The pressure applied across the cable should be 62 kPa with a relative tolerance of ± 2 %, and the steady state air flow shall be recorded using a flow-meter calibrated to ± 10 %. Other pressures may be applied in accordance with particular user requirements and specified in the detail specification.

Only those air paths which access the interior of the sheath shall be used in the measurement.

A second measurement shall be made with the air flow direction reversed, and the results shall be recorded separately.

The pneumatic resistance is derived from the following formula:

$$R = \frac{3\,720}{f \times L} \text{ kPa} \times \text{s} / (\text{m}^3 \times \text{m})$$

where

L is the sample length, in metres (m);

f is the flow, in cubic metres per second (m^3/s).

7.5 Requirement

The pneumatic resistance shall comply with the maximum value given in the detail specification.

7.6 Details to be specified

The detail specification shall include the following:

- a) maximum pneumatic resistance;
- b) sample length;
- c) pressure, if different from 62 kPa.

8 Method F9 – Ageing

8.1 Object

This test method applies to optical fibre cables which are tested by high temperature exposure and temperature cycling in order to simulate life-time behaviour of the attenuation of cables, or physical attributes specified in the detail specification.

End of life performance is not predicted by this test. However, the data may be useful in modelling performance over the lifetime of the cable.

8.2 Sample

The sample shall be the same as for method F1: Temperature cycling. If this ageing method is used in series with method F1, and F1 is performed first, the same sample may be used for this ageing test.

8.3 Apparatus

The apparatus shall be as described in method F1.

8.4 Procedure

Method F9 is frequently used as part of an overall procedure with method F1. If this is the case, method F9 shall be carried out after the temperature cycling test described in method F1. In this case, the initial attenuation value for F9 shall be that measured at the last ambient point per step 9) of F1. If method F9 is not used in conjunction with method F1, measure the attenuation at the ambient temperature.

The cable shall be exposed to the temperature and during the time specified in the detail specification. Optical measurements are not required during this phase.

After the ageing steps, perform a temperature cycling test according to method F1. Perform two cycles. At the end of the last cycle, the temperature shall be lowered to ambient temperature, which shall be maintained for 24 h, and the attenuation shall be measured.

8.5 Requirement

Calculate the change in attenuation from the initial measurement (8.4). Unless otherwise agreed between customer and supplier, the maximum allowable attenuation increase shall be

- a) for single-mode fibre, tested at 1 550 nm: 0,25 dB/km, maximum, and 0,10 dB/km, average, and
- b) for multimode fibre, tested at 1 300 nm: 0,6 dB/km, maximum, and 0,4 dB/km, average.

After measuring attenuation, an appropriate section of the cable shall be dissected. Any elements of the cable which are colour coded (fibres, buffer tubes, sheath) shall be examined as per Annex A.

8.6 Details to be specified

The detail specification shall include the following:

- a) the exposure temperature;
- b) the exposure time;
- c) the maximum change in attenuation allowed, if other than as in 8.5;
- d) any tests of physical attributes in addition to those of 8.5.

9 Method F10 – Underwater cable resistance to hydrostatic pressure

9.1 Object

The purpose of this test is to determine the ability of an underwater optical fibre cable to withstand hydrostatic pressure, by measuring the attenuation or by monitoring changes in optical transmission.

9.2 Sample

The sample shall be of a sufficient length to be terminated outside each end of the pressure tube vessel.

9.3 Apparatus

The test apparatus shall consist of the following:

- a) appropriate attenuation measuring apparatus for determination of attenuation change (see test procedure of IEC 60793-1-40 or IEC 60793-1-46);
- b) pressure tube vessel: the size of the pressure tube vessel shall be sufficient to accommodate the minimum length required by the detail specification.

9.4 Procedure

The test is to be carried out at ambient temperature. The pressure shall be maintained for 24 h or a period agreed between the user and the manufacturer.

The cable shall be installed in the pressure vessel. The water pressure in the pressure vessel during the test shall be 1,1 times higher than the water pressure at the seabed where the cable shall be installed.

The attenuation shall be measured before, during and after the test.

Special care should be taken for the tube end seals not to affect the results.

9.5 Requirements

Unless otherwise specified in the detail specification, there shall be no increase in attenuation during or after the test.

Other requirements may be agreed between the manufacturer and the user.

9.6 Details to be specified

The detail specification shall include the following information:

- a) sample length;
- b) pressure;
- c) application period of pressure.

10 Method F11 – Sheath shrinkage (cables intended for patch cords)

10.1 Object

The purpose of this test is to measure the shrinkage behaviour of the sheath due to ageing of simplex and duplex optical fibre cables intended for use in patch cords.

This test method IEC 60811-503 shall be used with modifications related to the sampling and measuring method.

10.2 Sample

A 2 m length of cable shall be removed from the supply reel and disposed of, before cutting the test sample lengths. Five test samples of the length specified in the detail specification shall be cut from the cable.

- For test samples of a nominal 1 m length, cut 1 050 mm ± 5 mm.
- For test samples of a nominal length of 150 mm, cut 160 mm ± 5 mm.

10.3 Apparatus

A container (with typical dimensions 0,5 m × 0,5 m) into which the test sample is placed. The base of the container shall be covered with talc or paper to minimise frictional forces on the test sample and to permit free movement of the sheath.

A temperature chamber able to accommodate the test sample container and maintain the specified temperature within ±3 °C, as described in Clause 8 of IEC 60068-2-14:2009.

A length measuring device with a minimum resolution of 0,1 %.

10.4 Procedure

The cable on the supply reel shall be conditioned for 24 h at ambient temperature of before cutting the test samples.

Two marks separated by the distance of the nominal test length per the detail specification, ± 0,5 mm, shall be applied to each test sample.

The distance (L_1) between the marks on each test sample shall be measured and recorded.

A test samples are placed approximately horizontally in the container. When space allows, the sample also can be placed into the chamber in a straight configuration. If the samples shall be coiled, the test samples shall be coiled with a radius of not less than 150 mm and in such a manner as to permit free movement of the sheath.

The temperature chamber shall be heated up to the specified temperature.

The container with horizontally positioned samples is then placed in the temperature chamber.

After the specified exposure time (minimum 1 h, if not otherwise specified), the container with samples shall be removed from the chamber and allowed to cool to room temperature for a period of 1 h, if not otherwise specified.

A minimum of four such cycles shall be carried out.

After each cycle (preferably more than one sample has to be measured), the distance (L_2) between the marks on each test sample shall be measured and recorded. If the samples have been coiled, straighten them for this measurement. If the coiled samples cannot be effectively straightened for measurement, the test is rendered invalid.

The sheath shrinkage of each test sample is calculated after each cycle as:

$$\Delta L_{x,i} = (L_1 - L_{2,x,i}) \text{ mm}$$

where

L_1 is the initial distance measured between the marks;

$L_{2x,i}$ is the distance measured between the marks;

i is the sample number ($i = 1$ to 5);

x is the cycle number ($x = 1$ to 4).

The average value $\Delta L_x = 1/5 (\Delta L_{x,1} + \Delta L_{x,2} + \Delta L_{x,3} + \Delta L_{x,4} + \Delta L_{x,5})$ should be calculated after each temperature cycle.

Continue the test cycles until the shrinkage exhibits a variation less than ± 1 mm.

10.5 Requirements

The sheath shrinkage shall not exceed the value given in the relevant detail specification.

10.6 Details to be specified

The detail specification shall include the following information:

- a) details of temperature chamber and exposure high temperature;
- b) duration of exposure to high temperature, if other than 1 h;
- c) method of marking and length measurement;
- d) sample configuration and fixing in the container;
- e) number of cycles.

10.7 Details to be reported

The test report shall include the following information:

- a) individual shrink values of all samples;
- b) average sheath shrinkage;
- c) any deviations from this test method.

11 Method F12 – Temperature cycling of cables to be terminated with connectors

11.1 Object

The purpose of this test is to examine the attenuation behaviour (change in attenuation) when optical fibre cables that are terminated with connectors are subjected to temperature cycling.

NOTE Method F1 is a general temperature cycling test for cables.

11.2 Sample

The sample shall be taken from a finished cable length. The sample length shall be as specified in the detail specification, typically 10 m.

11.3 Apparatus

The apparatus shall consist of the following:

- a) a temperature chamber suitable to accommodate the sample and to maintain the specified temperature within $+3$ °C, as described in Clause 8 of IEC 60068-2-14:2009;
- b) attenuation monitoring equipment according to IEC 60793-1-40 and IEC 60793-1-46.

11.4 Procedure

The sample shall be placed in the test chamber with a method of storage that shall not affect the optical fibre with respect to expansion or contraction. At both ends of the sample inside the chamber, all components of the cable shall be fixed together to avoid any relative movement between the cable elements at the fixing point. The fixing may be by means of clamps, or adhesive injection, or attachment with connectors, for example. Such fixing shall not affect the attenuation of the test sample. The optical fibre ends (outside the chamber) may be temporarily joint to pigtails. The deployment of the sample outside the chamber shall not affect the results.

Preconditioning procedures, if any, shall be performed as agreed between the customer and the supplier.

The temperature cycling shall be performed in accordance with method F1: Temperature cycling with the first cycle procedure as follows:

- the temperature of the chamber shall be decreased to the lower temperature T_{A1}/T_{A2} at an appropriate cooling rate;
- as soon as the temperature in the chamber has reached stable condition, the sample shall be exposed to the lower temperature during an appropriate time interval t_1 ;
- the temperature in the chamber is then increased to the specified high temperature T_{B1}/T_{B2} at an appropriate heating rate;
- as soon as the temperature in the chamber has reached stable condition, the sample shall be exposed to the high temperature during an appropriate time interval t_1 ;
- the temperature in the chamber is then decreased to ambient temperature.

This procedure corresponds to one cycle. The cooling and heating rate shall not exceed 60 °C/h.

11.5 Requirements

The maximum increase in attenuation during and after the test shall be as shown in the relevant detail specification. As in method F1, the change in attenuation shall be calculated relative to the initial attenuation at ambient before the start of the test.

11.6 Details to be specified

The detail specification shall include:

- a) method of sample storage in the temperature chamber;
- b) preconditioning procedures;
- c) method of fixing cable ends;
- d) data of test equipment including method of measurement and launching conditions;
- e) number of cycles;
- f) values of T_{A1}/T_{A2} , T_{B1}/T_{B2} and t_1 .

12 Method F13 – Microduct pressure withstand

12.1 Object

The purpose of this test is to verify that the microduct is capable of withstanding the maximum internal pressure used for blowing the microduct cable or fibre unit.

This test ensures safe operation over a range of temperatures. The test pressure is chosen to be either the maximum working pressure of the microduct or a multiple of this as stated in the

detail specification. The controlled area is a heating/cooling chamber in the event that the detail specification requires testing above or below ambient temperatures. Typical ranges are $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$. In general, polymer microducts will have a reduced tolerance to pressure as the temperature is increased.

12.2 Sample

Equal lengths L of microduct approximately 1 m long are cut from a production length. The ends shall be cut carefully, ensuring that they are not crushed. This will prevent air leaks from around the connectors. This test shall be conducted in a controlled area so that there is no danger from flying fragments should the microduct fail.

The microduct samples shall be conditioned at the test temperature for a minimum of four hours before testing.

12.3 Apparatus

The pressure source shall be agreed between customer and supplier. Typically, it is a compressor or gas bottle. Personal protective equipment (PPE) is recommended (goggles or full-face mask and gloves).

12.4 Procedure

One end of the microduct is inserted into the pressurizing device. A fully blocking end cap (usually metal) is fitted to the opposite end. The pressurizing device is activated and the pressure slowly increased to the specified level. The sample is left pressurised for 30 min (unless otherwise stated in the detail specification).

The sample is observed for leaks at all times; it can be useful to place the microduct in a container of water to look for leaking air bubbles. After 30 min (unless otherwise stated in the detail specification), the air source is disconnected and the sample removed. PPE should be worn when entering the test area.

Ten samples shall be tested, unless otherwise stated in the detail specification.

12.5 Requirements

All samples shall withstand the applied pressure with no leakage during test and no visible damage after test.

12.6 Details to be specified

- a) sample length: 1 m (unless otherwise specified);
- b) test pressure: according to the detail specification;
- c) duration: 30 minutes (unless otherwise specified);
- d) number of samples: 10 (unless otherwise specified in the detail specification).

13 Method F14 – Cable UV resistance test

13.1 Object

This test evaluates the ability of cable sheath materials to maintain their integrity when exposed to ultraviolet (UV) radiation due to sunlight or fluorescent light, as applicable. This maintenance of integrity is evaluated by measuring the retention of tensile strength and elongation in the sheath of cable samples.

The test methods ISO 4892-2 and ISO 4892-3 shall be used.

The test of ISO 4892-2 is applicable to outdoor cables and other cables which have significant exposure to sunlight. The test of ISO 4892-3 is applicable to indoor cables which are exposed to fluorescent lighting.

13.2 Sample

Prepare samples and test specimens (six specimens and six as control specimens) as described in ISO 4892-2 or ISO 4892-3, as applicable.

13.3 Apparatus

The apparatus to be used is described in ISO 4892-2 or ISO 4892-3, as applicable.

In addition to the UV exposure apparatus, a tensile testing apparatus appropriate for testing the sheath specimens shall be used.

13.4 Procedure

13.4.1 General

Prior to conditioning, measure the control specimens for tensile strength at break and ultimate elongation in the tensile testing machine.

Condition the test specimens as described in 13.2, as applicable. After exposure, test the test specimens for tensile strength and elongation in the same manner as for the control specimens.

13.4.2 Conditioning for outdoor cables (weatherometer test)

Six test specimens shall be suspended vertically so that the external surface is uniformly exposed to the action of the actinic rays. During the test, the temperature indicated by the black-panel or the black-standard thermometer shall remain in the range $+60\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ and the relative humidity shall remain in the range $50\% \pm 5\%$ (only in the dry period in the case of a test for outdoor application). The rotating drum carrying the test specimens shall turn at a speed of $1\text{ r/min} \pm 0,1\text{ r/min}$.

Test specimens are cycled through periods of UV exposure, followed by periods of no radiation during which temperature changes occur. The periods of each cycle, total time of 120 min, are the following: 102 min of dry UV exposure at a temperature of $+60\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$, followed by 18 min of rain exposure, without radiation, at a temperature of $+50\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$.

The overall duration of the test shall be 4 000 h (2 000 cycles), unless otherwise defined in the relevant product standard.

NOTE The MICE (mechanical, ingress, climatic, chemical and electromagnetic) table contains three classifications, ranging from 500 h to 6 000 h.

For coloured compounds, a black panel temperature of $+60\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ shall be used.

After the exposure, the exposed test specimens shall be removed from the equipment and conditioned at ambient temperature for at least 16 h.

The six other test specimens shall be kept at ambient temperature and protected from direct sunlight during the UV treatment and tested at the same time as the exposed test specimens.

13.4.3 Conditioning for indoor cables (QUV test)

Conditioning details for QUV test are to be determined. Refer to ISO 4892-3 for guidance. For method ISO 4892-3, applicable to indoor cables, expose the test specimens for a minimum duration of 720 h.

13.5 Requirements

After exposure, the average tensile and elongation of the test specimens shall be a minimum of 80 % of the original value.

13.6 Details to be specified

The detail specification shall include the following:

- a) which method to use – ISO 4892-2 for outdoor cables or ISO 4892-3 for indoor cables;
- b) any different exposure conditions or duration from those specified;
- c) any compliance requirements different from those specified herein.

14 Method F15 – Cable external freezing test

14.1 Object

This test determines the ability of a cable to withstand the effects of freezing water (ice) that can immediately surround the optical fibre cable sheath by observing any changes in the physical appearance of the sheath, or in the measured cable optical attenuation.

NOTE The external freezing test simulates freezing of the medium surrounding a buried cable, as in wet earth or water. It is not intended to simulate freezing of a cable in a duct or pipe. This external freezing test has little use for evaluating an outdoor cable, since such cables rarely fail the test. The aggregate of other requirements for outdoor cables results in a cable that is sufficiently robust to easily withstand this test. Evaluation of microcables in microducts using this test is under consideration. It can be useful for evaluating cables not normally intended for outdoor installation. Users are encouraged to refer to national standards in effect in applicable regions.

14.2 Sample

A 50 m minimum length of cable shall be loosely coiled in the water to be frozen. Contact between the cable coil and the water tank wall shall be random. Additional length sufficient to make the required optical measurements and to connect the cable from the apparatus to the measuring equipment shall be provided.

14.3 Apparatus

The apparatus shall be a water tank suitable to contain the sample gauge length covered with water.

The water shall be common tap water. This procedure is written in view of the use of tap water. Other types of water, such as sea water or the like, shall be as specified by the detail specification. In these cases, the detail specification can prescribe temperatures other than those specified herein.

The water tank shall be positioned in an apparatus suitable for freezing the water and maintaining it at the specified temperature ± 3 °C. An environmental chamber is a common example. Optionally, a temperature monitoring device may be used to monitor the cable temperature. In this case, the device shall be in close proximity to the sample under test.

14.4 Procedure

- 1) Place the cable gauge length in the water tank, either as a coil or by coiling it into the tank. Cover the cable with water.

- 2) Perform initial attenuation measurements as indicated by the detail specification.
- 3) If the optional temperature monitoring device is used, the chamber temperature may be lowered so far as to -40 °C until the ice is completely frozen and the ice temperature is -10 °C or lower.
- 4) Raise the chamber temperature to -2 °C and hold this temperature for 1 h.

NOTE This is the temperature at which pure water experiences its greatest volume expansion as ice.

- 5) Measure the attenuation as indicated by the detail specification.
- 6) If the optional temperature monitoring device is used, the chamber temperature may be raised so high as to $+65\text{ °C}$, in order to accelerate the ice melting. Maintain the high temperature until the water reaches $+15\text{ °C}$. Then, return the chamber temperature to $+23\text{ °C}$ and hold this temperature until the water reaches $+23\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$.
- 7) Measure the attenuation as indicated by the detail specification.
- 8) Remove the cable from the water tank and examine the exterior of the gauge length for any physical damage.

14.5 Requirements

After exposure, there shall be no visible cracks or other openings in the cable sheath. The maximum increase in attenuation during and after the test shall be as shown in the relevant detail specification, when frozen and no change after thawing.

14.6 Details to be specified

The detail specification shall include the following:

- a) change of attenuation during and after the test;
- b) any deviations from the criteria specified herein.

15 Method F16 – Compound flow (drip)

15.1 Object

This test (E14 in IEC 60794-1-21) is intended to verify that filling and flooding compounds will not flow from a filled or flooded fibre optic cable, at stated temperatures.

15.2 Sample

- a) Number and type of specimens

Unless otherwise specified in the detail specification, prepare two cable specimens for testing from each cable sample to be evaluated. Each cable specimen shall be representative of the cable type specified by the detail specification.

- b) Specimen length

Unless otherwise specified in the detail specification, each specimen shall be $200\text{ mm} \pm 5\text{ mm}$ in length.

- c) Specimen preparation

Prepare each cable specimen as follows, making any modifications as required in item d).

- 1) Remove a $100\text{ mm} \pm 2,5\text{ mm}$ section of the outer sheathing material from one end.
- 2) Remove all remaining non-intrinsic cable elements (e.g. armour, screens, inner sheaths, helically applied strength elements, water blocking tapes, other core wraps, etc.) for a length of $80\text{ mm} \pm 2,5\text{ mm}$ from the same cable end. Do not disturb the remainder of the cable (e.g. the final buffer tubes which contain the optical fibres or fillers used for roundness).

- 3) Remove loosely adhered quantities of filling or flooding material disturbed in 1) or 2), but ensure that the specimen remains essentially coated by the filling or flooding material (i.e. do not wipe clean).
 - 4) For cable designs containing components such as fibre bundles or ribbons which might move under their own weight during the test, secure such components at the unprepared end of the specimen in a manner which does not disturb the remainder of the specimen. Such components may be secured by clamps, epoxy plugs or other means meeting the objectives of the procedure.
 - 5) When permitted by the detail specification, the upper ends of buffer tubes or loose tubes may be sealed to simulate long length cable sections.
- d) Specimen termination
- If allowed by the detail specification, terminate the lower end of the cable specimen according to the manufacturer's recommendations for terminating the cable in actual use. Parts of item c) procedure may be affected by this termination, but the objective of item c) is to be followed.

15.3 Apparatus

The following apparatus and equipment are required to perform this test.

- a) Chamber
A temperature chamber large enough to hold the specimens in a vertical position, with sufficient thermal capacity to maintain the specified temperatures for the duration of the test. If the temperature chamber is of a circulating air type, the air shall not blow directly on the test specimens.
- b) Container
A non-hygroscopic container to catch dripping material.
- c) Analytical balance

15.4 Procedure

The following steps shall be taken.

- a) Preheat the chamber to the temperature specified in the detail specification.
- b) Place each prepared specimen in the oven, suspended in a vertical position with the prepared end down. Place a pre-weighed clean collection container directly under (but not contacting) the suspended specimen.
- c) If permitted by the detail specification, preconditioning may be performed as defined in 1) to 3) below; otherwise, continue with d) below.
 - 1) Stabilize the chamber temperature and, unless otherwise specified in the detail specification, precondition each specimen for a period of 1 h.
 - 2) At the end of the specified preconditioning time, replace the collection container with another pre-weighed clean collection container. Weigh the preconditioning collection container to measure the quantity of filling or flooding compound which may have dripped out of the cable during the preconditioning. A measured quantity greater than the specified preconditioning limit shall constitute a failure. Unless otherwise specified in the detail specification, the preconditioning limit shall be 0,5 % of the total cable specimen weight or 0,5 g, whichever is the smaller;
 - 3) Continue testing for 23 h, unless otherwise specified in the detail specification, and continue with e).
- d) Stabilize the chamber temperature and, unless otherwise specified in the detail specification, test for a period of 24 h.
- e) At the end of the specified time, remove and weigh the collection container to calculate the quantity of filling or flooding compound which may have dripped out of the cable.

- f) Record this as the quantity of dripped filling or flooding compound for each cable specimen. Unless otherwise specified in the detail specification, report "no flow" for measured quantity changes less than or equal to 0,005 g.

15.5 Requirements

Unless otherwise specified in the detail specification, the cable specimens shall be permitted a maximum flow quantity of 0,050 g. If the flow quantity from one of the cable specimens exceeds 0,050 g, but is less than 0,100 g, prepare two additional cable specimens in accordance with item c) of 15.2, and test as per items a) to f) of 15.4. The test shall be considered successful if neither of the second set of specimens has flow quantities which exceed 0,050 g.

15.6 Details to be specified

The detail specification shall include the following:

- a) test temperature;
- b) preconditioning details (if permitted):
 - statement that preconditioning is permitted (if permitted);
 - exceptions to default preconditioning procedure as defined in 15.4 c);
 - preconditioning pass/fail criteria if other than above.
- c) any exceptions to be applied to the requirements of this procedure;
- d) acceptance (pass/fail) criteria, if other than default.

16 Method F17 – Cable shrinkage test (fibre protrusion)

16.1 Object

The purpose of this test is to measure the fibre protrusion compared against the cable elements and cable sheath due to temperature changes.

Low shrinkage of cable elements and cable sheath is important in most cable installations. The effect of fibre protrusion may occur when cables are used in areas with large temperature changes. Cable designs with poor stabilization elements and high material shrinkage may cause excessive fibre protrusion that can lead to an attenuation increase, cable fixing and sealing weakening and in worst cases fibre breakage.

16.2 Sample

The test sample shall have a minimum length of 10 m.

16.3 Apparatus

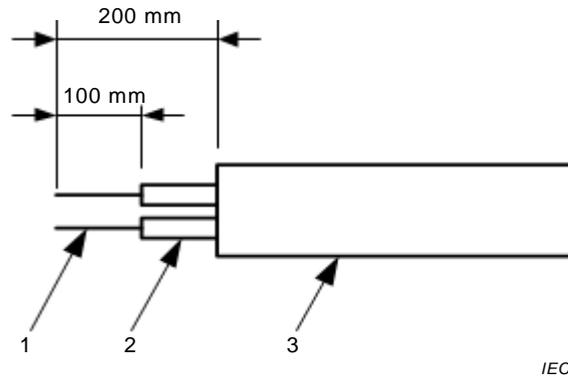
According to method F1.

16.4 Conditioning

The cable test sample shall be coiled in loose windings with a minimum diameter of 0,6 m, unless otherwise specified. The cable coils shall be loosely fixed at two opposite places in a way that the cable elements are free to move (expand and shrink). The coiled cable shall be put in the chamber.

The cable outer sheath shall be removed over a length of 200 mm from the cable end as shown in Figure 9. Also the strength members, inner sheath and other cable elements should be stripped closely to the end of the cable outer sheath. The secondary fibre protection or fibre tubes shall be removed over a length of 100 mm from the end of the cable outer sheath

as shown in Figure 9, so that the fibres are bare over a length of 100 mm as shown in Figure 9. This preparation shall be done at both cable ends.



Key

- 1 fibre or bundle of fibres
- 2 secondary fibre protection or fibre tube
- 3 cable

Figure 9 – Preparation of the cable ends

The initial fibre protrusion shall be measured from the edge of the secondary fibre protection or fibre tube and from the edge of the cable sheath of all secondary fibre protection or fibre tubes at both ends (see Figure 10).

The prepared cable sample shall be temperature cycled in accordance to test method F1 and the following parameters:

- high temperature, T_{B1} and T_{B2} : high operation temperature as defined in the relevant detail specification
- low temperature, T_{A1} and T_{A2} : low operation temperature as defined in the relevant detail specification
- minimum soak time, t_1 : according to method F1.

A minimum of four cycles shall be carried out.

After the last cycle, the cable sample shall recover for a minimum period of 1 h at ambient temperature, unless otherwise specified in the relevant detail specification.

The fibre protrusion shall be measured at both ends (see Figure 10).

The maximum change of fibre protrusion lengths are calculated as:

$$\Delta L1 = \max(L1_{ai} - L1_{bi})$$

$$\Delta L2 = \max(L2_{ai} - L2_{bi})$$

where

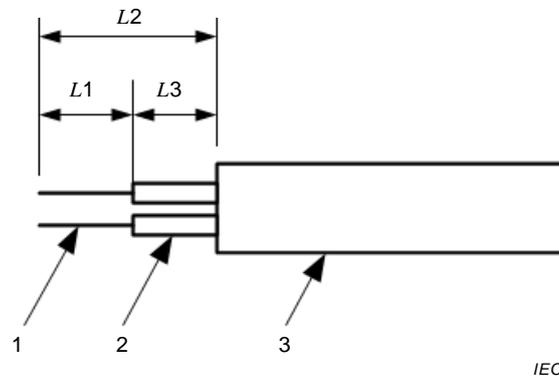
$L1_{ai}$ is the fibre protrusion length from the edge of the secondary fibre protection of fibre tube after temperature cycling of element number i ;

$L1_{bi}$ is the fibre protrusion length from the edge of the secondary fibre protection of fibre tube before temperature cycling of element number i ;

$L2_{ai}$ is the fibre protrusion length from the edge of the cable sheath after temperature cycling of element number i ;

$L2_{bi}$ is the fibre protrusion length from the edge of the cable sheath before temperature cycling of element number i .

NOTE The measured values $L1$ and $L2$ give no information about which cable element expands or shrinks, because the reference point of the fibre end is not fixed.



Key

- 1 fibre or bundle of fibres
- 2 secondary fibre protection or fibre tube
- 3 cable

NOTE The protrusion of the secondary fibre protection or fibre tube is represented as length $L3$, that can be calculated as $L2$ minus $L1$.

Figure 10 – Fibre protrusion measurement

16.5 Requirements

The calculated maximum change of fibre protrusion lengths ($\Delta L1$ and $\Delta L2$) shall not exceed the values given in the relevant detail specification.

NOTE The change of protrusion of the secondary fibre protection or fibre tube is represented as length $\Delta L3$, that can be calculated as $\Delta L2$ minus $\Delta L1$.

16.6 Details to be specified

The detail specification shall include the following:

- a) high and low exposure temperature;
- b) permissible maximum change of fibre protrusion length.

16.7 Details to be reported

- a) coiling diameter of cable;
- b) soak time;
- c) number of cycles;
- d) recovery period;
- e) maximum change of fibre protrusion of all secondary fibre protection or fibre tubes;
- f) any deviations from this test method.

17 Method F18 – Mid-span temperature cycling test for exposed buffer tubes

17.1 Object

The mid-span temperature cycling test evaluates the environmental effects on unopened buffer tubes from a loose tube cable exposed in a mid-span entry (expressed) and stored in a pedestal, closure or similar. The test measures the change in attenuation caused by thermal contraction and expansion of the unopened tubes of a mid-span entry when exposed to temperature cycles in the stored configuration.

The method applies to loose tube type outdoor cables having fibre bundles in buffer tubes with diameters of 2,0 mm OD, or larger. The method may be used for other outdoor cables using criteria as agreed between manufacturer and customer.

The method uses a generic simulation assembly, but can also be used to evaluate the optical performance in a pedestal, closure, or any other device with mid-span access.

The temperature cycle as described in method F1 is used as the basis of this test.

17.2 Sample

The cable sample shall be long enough to enter and exit the climatic test chamber, supply the section of exposed buffer tube(s), and provide a coupling length of cable.

The length of exposed buffer tubes shall be as specified in the detail specification, reflecting the installation practise. There shall be at least 6 m of cable at each end of the exposed section to prevent the tubes and fibres from moving in or out of the sample during the test. At least one fibre of each type, if applicable, per loose tube shall be selected.

17.3 Apparatus

The generic apparatus, which may vary depending on cable design, is intended to test the cable in a representative manner independent of the influence of a particular closure or similar. A closure, pedestal, splice case or another device may be used as agreed between manufacturer and user.

The generic apparatus shall be configured to terminate the cable in a manner consistent with the installation practices. The exposed buffer tube(s) shall be stored in loops within a basket or other area of 75 mm to 300 mm width and 200 mm to 600 mm length. The specified minimum bend radii of the cable and the buffer tube(s) shall not be violated.

The climatic test chamber shall be in accordance with method F1.

17.4 Procedure

- a) If available, follow the cable manufacturer`s instructions for cable preparation.
- b) Open the cable to expose the buffer tube(s). Remove the cable sheaths and cut the strength members if present.
- c) Strip/prepare the cable ends.
- d) Install the cable with exposed buffer tubes on the generic assembly (e.g. basket per 16.3) or closure as specified and install both in the climatic chamber. If closures or similar are used, remove lids, domes or covers. The buffer tubes shall be loosely coiled. The tubes shall be straightened during coiling and not stay in the stranding form.
- e) Measure the attenuation of the specified fibres.
- f) Cycle the cable and assembly per method F1, with the following exceptions.
 - i) The temperature range shall be per the detail specification. The default temperature range is –40 °C to +70 °C.

- ii) Use the following soak times: the time period t_1 for the first hot soak shall be 14 h; unless otherwise specified, the time periods t_1 for the other cycle steps shall be 3h.
- iii) Perform at least 2 cycles; the maximum number is not specified herein.
- g) Measure the attenuation of the specified fibres at the low and high temperatures of the final cycle and at the final ambient temperature, per method F1. Calculate the change in attenuation from the initial value, as in F1.

17.5 Requirements

Unless otherwise specified, the maximum change in attenuation for single-mode fibres measurements at 1 550 nm is given in the detailed specification.

The criteria for multimode fibres are under study.

17.6 Details to be specified

The detail specification shall specify the following:

- type of cable and number of tubes to be expressed.

The following shall be specified, if different from the default values above:

- length of cable with exposed tubes;
- sample length;
- deviation in the stored loop size;
- cycling temperature range;
- number of cycles;
- soak time(s).

If an actual closure, pedestal or similar is being tested, complete details of the apparatus and test criteria shall be specified as agreed between the customer and manufacturer.

Annex A (normative)

Colour permanence

Colours used in optical fibre cables shall be as those defined in IEC 60304. Other colours may be defined, as necessary, by subordinate or detail specifications.

A colour for fibres, tubes, sheaths or other components shall be discernible as the colour intended, as manufactured. All components for which colour is a significant attribute (e.g. fibre or tube colours necessary for identification) shall remain discernible as being the intended colour after any ageing tests. It is not intended that the colours will be identical before and after ageing.

Bibliography

IEC 60794-1-2, *Optical fibre cables – Part 1-2: Generic specification – Cross reference table for optical cable test procedures*

IEC 60794-1-21, *Optical fibre cables – Part 1-21: Generic specification – Basic optical cable test procedures – Mechanical tests methods*

IEC 60794-1-22, *Optical fibre cables – Part 1-22: Generic specification – Basic optical cable test procedures – Environmental tests methods*

IEC 60794-1-23, *Optical fibre cables – Part 1-23: Generic specification – Basic optical cable test procedures – Cable elements tests methods*

IEC 60794-1-24, *Optical fibre cables – Part 1-24: Generic specification – Basic optical cable test procedures – Electrical tests methods*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	42
INTRODUCTION.....	44
1 Domaine d'application	45
2 Références normatives	45
3 Termes et définitions	46
4 Méthode F1 – Cycles de température	46
4.1 Objet.....	46
4.2 Echantillon	46
4.3 Appareillage.....	47
4.4 Mode opératoire.....	48
4.4.1 Mesure initiale	48
4.4.2 Préconditionnement	48
4.4.3 Conditionnement	48
4.4.4 Période de repos	50
4.5 Exigences	50
4.6 Détails à spécifier	50
4.7 Détails à consigner	51
5 Méthode F5 – Pénétration d'eau	51
5.1 Objet.....	51
5.2 Echantillon	51
5.2.1 Méthode F5A	51
5.2.2 Méthode F5B	52
5.2.3 Méthode F5C (pour les câbles avec matériau gonflant empêchant la progression de l'eau)	52
5.3 Appareillage.....	52
5.3.1 Dispositifs et configuration d'essai.....	52
5.3.2 Eau.....	52
5.3.3 Insert réducteur (méthode F5C).....	53
5.4 Mode opératoire.....	53
5.4.1 Méthodes F5A et F5B	53
5.4.2 Méthode F5C.....	53
5.5 Exigences	53
5.6 Détails à spécifier	53
5.7 Détails à consigner	54
6 Méthode F7 – Rayonnement nucléaire.....	56
6.1 Objet.....	56
6.2 Echantillon	57
6.3 Appareillage.....	57
6.4 Mode opératoire.....	57
6.4.1 Fibres	57
6.4.2 Matériaux	57
6.5 Exigences	57
6.6 Détails à spécifier	57

7	Méthode F8 – Résistance pneumatique	57
7.1	Objet.....	57
7.2	Echantillon	57
7.3	Appareillage.....	57
7.4	Mode opératoire.....	58
7.5	Exigence.....	58
7.6	Détails à spécifier	58
8	Méthode F9 – Vieillessement	58
8.1	Objet.....	58
8.2	Echantillon	59
8.3	Appareillage.....	59
8.4	Mode opératoire.....	59
8.5	Exigence.....	59
8.6	Détails à spécifier	59
9	Méthode F10 – Résistance des câbles immergés à la pression hydrostatique.....	60
9.1	Objet.....	60
9.2	Echantillon	60
9.3	Appareillage.....	60
9.4	Mode opératoire.....	60
9.5	Exigences	60
9.6	Détails à spécifier	60
10	Méthode F11 – Rétraction de la gaine (câbles destinés aux cordons de brassage).....	61
10.1	Objet.....	61
10.2	Echantillon	61
10.3	Appareillage.....	61
10.4	Mode opératoire.....	61
10.5	Exigences	62
10.6	Détails à spécifier	62
10.7	Détails à consigner	62
11	Méthode F12 – Cycles de température sur les câbles devant être équipés de connecteurs à leurs extrémités	63
11.1	Objet.....	63
11.2	Echantillon	63
11.3	Appareillage.....	63
11.4	Mode opératoire.....	63
11.5	Exigences	64
11.6	Détails à spécifier	64
12	Méthode F13 – Tenue à la pression du microconduit	64
12.1	Objet.....	64
12.2	Echantillon	64
12.3	Appareillage.....	64
12.4	Mode opératoire.....	64
12.5	Exigences	65
12.6	Détails à spécifier	65
13	Méthode F14 – Essai de résistance aux UV du câble.....	65
13.1	Objet.....	65
13.2	Echantillon	65
13.3	Appareillage.....	65

13.4	Mode opératoire.....	65
13.4.1	Généralités.....	65
13.4.2	Conditionnement des câbles extérieurs (essai de vieillissement accéléré).....	66
13.4.3	Conditionnement des câbles intérieurs (essai en enceinte de vieillissement accéléré aux UV QUV).....	66
13.5	Exigences.....	66
13.6	Détails à spécifier.....	66
14	Méthode F15 – Essai de résistance au gel en extérieur.....	67
14.1	Objet.....	67
14.2	Echantillon.....	67
14.3	Appareillage.....	67
14.4	Mode opératoire.....	67
14.5	Exigences.....	68
14.6	Détails à spécifier.....	68
15	Méthode F16 – Ecoulement (égouttement) des matériaux de remplissage.....	68
15.1	Objet.....	68
15.2	Echantillon.....	68
15.3	Appareillage.....	69
15.4	Mode opératoire.....	69
15.5	Exigences.....	70
15.6	Détails à spécifier.....	70
16	Méthode F17 – Essai de rétraction du câble (excroissance des fibres).....	70
16.1	Objet.....	70
16.2	Echantillon.....	70
16.3	Appareillage.....	70
16.4	Conditionnement.....	70
16.5	Exigences.....	72
16.6	Détails à spécifier.....	72
16.7	Détails à consigner.....	72
17	Méthode F18 – Essai de cycles de température à mi-portée pour les tubes de protection exposés.....	73
17.1	Objet.....	73
17.2	Echantillon.....	73
17.3	Appareillage.....	73
17.4	Mode opératoire.....	74
17.5	Exigences.....	74
17.6	Détails à spécifier.....	74
	Annexe A (normative) Rémanence des couleurs.....	75
	Bibliographie.....	76
	Figure 1 – Mode opératoire pour le ou les cycles initiaux.....	49
	Figure 2 – Mode opératoire pour le cycle final.....	50
	Figure 3 – Montage d’essai pour la méthode F5A.....	54
	Figure 4 – Montage d’essai pour la méthode F5B.....	54
	Figure 5 – Montage d’essai pour la méthode F5C: échantillon prétrempé.....	55
	Figure 6 – Montage d’essai pour la méthode F5C: mode opératoire par prétrempage.....	55
	Figure 7 – Montage d’essai pour la méthode F5C: insert réducteur.....	56

Figure 8 – Montage d’essai pour la méthode F5C: échantillon de plus grande longueur 56
Figure 9 – Préparation des extrémités de câble 71
Figure 10 - Mesure de l’excroissance des fibres 72

Tableau 1 – Durée d’exposition minimale t_1 49

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CÂBLES À FIBRES OPTIQUES –

**Partie 1-22: Spécification générique –
Modes opératoires de base applicables aux essais
des câbles optiques –
Méthodes d'essais d'environnement**

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC 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, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). 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 l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC 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 l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC 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 l'IEC. L'IEC 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 l'IEC, 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 l'IEC, 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 l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale IEC 60794-1-22 a été établie par le sous-comité 86A: Fibres et câbles, du comité d'études 86 de l'IEC: Fibres optiques.

La présente version bilingue (2018-04) correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2017-10.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 2012. Cette édition constitue une révision technique.

Cette deuxième édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

- a) nouvelle désignation de la méthode d'essai F16 – Ecoulement (égouttement) des matériaux de remplissage [E14 dans l'IEC 60794-1-21],
- b) nouvelle méthode d'essai F17 – Essai de rétraction du câble (excroissance des fibres),
- c) nouvelle méthode d'essai F18 – Essai de cycles de température à mi-portée.

NOTE L'absence de certains numéros dans la séquence de numérotation des méthodes d'essai est intentionnelle. Elle peut correspondre à une méthode d'essai supprimée, ou bien une méthode d'essai qui n'a jamais été publiée.

Le texte anglais de cette norme est issu des documents 86A/1813/FDIS et 86A/1827/RVD.

Le rapport de vote 86A/1827/RVD 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.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60794, publiées sous le titre général *Câbles à fibres optiques*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives au document recherché. A cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

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

INTRODUCTION

L'IEC 60794-1-2:2003 a été scindée en cinq nouveaux documents:

- IEC 60794-1-2, *Câbles à fibres optiques – Partie 1-2: Spécification générique - Procédures fondamentales d'essais des câbles optiques – Lignes directrices générales*
- IEC 60794-1-21, *Optical fibre cables – Part 1-21: Generic specification – Basic optical cable test procedures – Mechanical tests methods* (disponible en anglais seulement)
- IEC 60794-1-22, *Câbles à fibres optiques – Partie 1-22: Spécification générique – Modes opératoires de base applicables aux essais des câbles optiques – Méthodes d'essais d'environnement*
- IEC 60794-1-23, *Optical fibre cables – Part 1-23: Generic specification – Basic optical cable test procedures – Cable elements tests methods* (disponible en anglais seulement)
- IEC 60794-1-24, *Câbles à fibres optiques – Partie 1-24: Spécification générique – Méthodes fondamentales d'essais applicables aux câbles optiques – Méthodes d'essais électriques*

CÂBLES À FIBRES OPTIQUES –

Partie 1-22: Spécification générique – Modes opératoires de base applicables aux essais des câbles optiques – Méthodes d'essais d'environnement

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60794 définit les modes opératoires d'essai à utiliser pour définir des exigences harmonisées pour les performances environnementales

- des câbles à fibres optiques destinés à être utilisés avec les équipements et dispositifs de télécommunications employant des techniques similaires, et
- des câbles combinant fibres optiques et conducteurs électriques.

Dans la présente norme, le terme «câble optique» peut également englober les unités de fibres optiques, les unités de fibres en microconduit, etc.

Se reporter à l'IEC 60794-1-2 comme guide de référence des méthodes d'essai de tous types, et pour consulter les exigences générales et les définitions.

2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences 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).

IEC 60068-2-14:2009, *Essais d'environnement – Partie 2-14: Essais – Essai N: Variation de température*

IEC 60304, *Couleurs de référence de l'enveloppe isolante pour câbles et fils pour basses fréquences*

IEC 60544-1, *Matériaux isolants électriques – Détermination des effets des rayonnements ionisants - Partie 1: Interaction des rayonnements et dosimétrie*

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

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

IEC 60793-1-54, *Fibres optiques – Partie 1-54: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Irradiation gamma*

IEC 60794-1-1, *Câbles à fibres optiques – Partie 1-1: Spécification générique – Généralités*

IEC 60811-503, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 503: Essais mécaniques – Essai de rétraction des gaines*

ISO 4892-2, *Plastiques – Méthodes d'exposition à des sources lumineuses de laboratoire – Partie 2: Lampes à arc au xénon*

ISO 4892-3, *Plastiques – Méthodes d'exposition à des sources lumineuses de laboratoire – Partie 3: Lampes fluorescentes UV*

3 Termes et définitions

Aucun terme n'est défini dans le présent document.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <http://www.iso.org/obp>

4 Méthode F1 – Cycles de température

4.1 Objet

Cette méthode de mesure s'applique aux câbles à fibres optiques soumis à essai selon des cycles de température, afin de déterminer la stabilité de l'affaiblissement des câbles lorsqu'ils sont soumis à des variations de température. Cette méthode peut également être utilisée pour l'appréciation de tubes de protection ou d'autres éléments indépendants de la structure d'un câble, tels que définis par une spécification particulière.

Une modification de l'affaiblissement des câbles à fibres optiques, qui peut se produire avec la variation de la température, résulte généralement du gondolage ou de la traction des fibres, du fait d'un écart entre leur coefficient de dilatation thermique et le coefficient des éléments de renfort et des éléments de gainage du câble. Les conditions d'essai pour les mesures en fonction de la température doivent simuler les conditions les plus défavorables.

Cet essai peut être utilisé pour surveiller le comportement du câble dans la plage de températures, qui peut correspondre aux conditions de stockage, de transport et d'utilisation, ou bien pour vérifier, au sein d'une plage de températures sélectionnée (généralement plus étendue que celle exigée pour le cas susmentionné), la stabilité de l'affaiblissement dans une situation substantiellement exempte de microcourbures au sein de la structure du câble.

NOTE 1 La méthode F12 constitue un sous-ensemble spécialisé de cette méthode, qui traite spécifiquement des câbles destinés aux cordons de brassage.

NOTE 2 L'essai de vieillissement décrit dans la méthode F9 utilise la méthode F1 pour définir son cycle de température avant et après l'essai. Ces essais sont donc souvent réalisés simultanément.

NOTE 3 L'essai de rétraction du câble décrit dans la méthode F17 utilise la méthode F1 pour définir ses cycles de température. Ces essais peuvent donc être réalisés simultanément.

4.2 Echantillon

L'échantillon doit présenter une longueur de fabrication standard en sortie d'usine, ou une longueur suffisante telle qu'elle est indiquée dans la spécification particulière, cette longueur devant quoi qu'il en soit être appropriée pour atteindre la précision souhaitée dans les mesures d'affaiblissement. L'échantillon est en outre défini comme l'échantillon de câble déployé pour les essais.

Afin d'obtenir des valeurs reproductibles, l'échantillon de câble doit être introduit dans l'enceinte climatique de telle sorte que le déploiement n'affecte pas la mesure. Ces méthodes de déploiement peuvent consister en une couronne enroulée librement, ou bien une bobine

avec des boucles de grand diamètre, une bobine avec matelas amortisseur en couche molle, ou un dispositif de relâchement des contraintes.

La capacité de la ou des fibres à accepter la dilatation et la contraction différentielles (par exemple par glissement à l'intérieur du câble) peut être influencée par le rayon de courbure du câble. Il convient donc que le conditionnement de l'échantillon soit aussi proche que possible des conditions d'utilisation normales. Le diamètre de courbure de l'échantillon de câble ne doit pas contrevenir au diamètre de courbure minimal du câble, du tube ou d'une autre unité, tel qu'il est indiqué dans la spécification particulière.

Les problèmes potentiels sont dus à une différence effective entre les coefficients de dilatation de l'échantillon d'essai et du support (par exemple enrouleur, panier, plateau) qui peuvent induire durant les cycles thermiques un effet significatif sur le résultat d'essai, si les conditions «effet nul» ne sont pas complètement remplies. Le but recherché est de simuler la condition d'installation, dans laquelle le câble est généralement droit sur l'essentiel de sa longueur.

Les paramètres ayant une influence sont principalement les détails du conditionnement, le type et les matériaux constitutifs du support, et le diamètre de la couronne échantillon ou de l'enrouleur.

Les recommandations générales sont les suivantes.

- a) Le diamètre d'enroulement doit être suffisamment grand pour laisser à la fibre la possibilité de s'adapter à la dilatation et à la contraction différentielles. Un diamètre d'enroulement substantiellement supérieur à la valeur retenue pour la livraison du câble peut être nécessaire.
- b) Tout risque de limitation à la dilatation (ou à la contraction) du câble créé par le conditionnement doit être supprimé. Il convient plus particulièrement de veiller à éviter toute tension résiduelle sur le câble durant l'essai. Par exemple, un enroulement serré sur touret n'est pas recommandé, car il peut limiter la contraction du câble à basse température. D'autre part, un enroulement multicouche serré peut limiter la dilatation à température élevée.
- c) L'utilisation d'un enroulement lâche est recommandée dans le cas d'une couronne formant des boucles de grand diamètre, d'une bobine avec matelas amortisseur en couche molle, ou d'un dispositif de relâchement des contraintes.
- d) Le nombre de fibres soumises à essai doit être conforme à l'IEC 60794-1-1.
- e) Les extrémités de câble fixes ainsi que les raccordements aux équipements doivent être situés en dehors de l'enceinte thermostatique, afin d'éviter tout effet négatif.

S'il est nécessaire de limiter la longueur du câble soumis à essai, il est admis de concaténer plusieurs fibres du câble et de mesurer les fibres concaténées. Le nombre de raccordements doit être limité et il convient que ceux-ci soient situés en dehors de l'enceinte climatique.

4.3 Appareillage

L'appareillage doit être composé des éléments suivants.

- a) Appareillage de mesure de l'affaiblissement approprié pour déterminer la variation de l'affaiblissement (voir les méthodes d'essai de l'IEC 60793-1-40 et de l'IEC 60793-1-46).
- b) enceinte climatique de dimensions permettant de recevoir l'échantillon et dont la température doit pouvoir être régulée afin de rester à ± 3 °C de la température d'essai spécifiée. Un exemple d'enceinte adaptée est donné dans l'Article 8 de l'IEC 60068-2-14:2009.
- c) Dispositif de détection de température pour mesurer la température de l'échantillon, s'il y a lieu. Les échantillons présentant une masse thermique importante peuvent exiger une mesure de vérification de la stabilité en température, plutôt que d'utiliser une période d'exposition spécifiée, t_1 (voir Tableau 1).

4.4 Mode opératoire

4.4.1 Mesure initiale

L'échantillon doit être examiné visuellement et une valeur de référence de l'affaiblissement doit être déterminée à la température initiale.

4.4.2 Préconditionnement

Les conditions de preconditionnement doivent faire l'objet d'un accord entre client et fournisseur.

4.4.3 Conditionnement

La Figure 1 et la Figure 2 fournissent une représentation graphique du ou des cycles initiaux et du cycle final. Elles représentent à elles deux la séquence de cycles de température à utiliser. Si une seule température haute et une seule température basse sont spécifiées, utiliser la Figure 1; pour les cycles présentant plusieurs paliers de températures hautes et/ou basses, utiliser la Figure 2.

NOTE À des fins de lisibilité, le mode opératoire a été rédigé en prenant pour référence la Figure 1. Lorsque plusieurs paliers de températures hautes et/ou basses doivent être utilisés, et que donc la Figure 2 s'applique, les étapes appropriées doivent être répétées pour chaque température. C'est-à-dire que les étapes (2) à (4) sont à répéter pour chaque température basse supplémentaire et/ou que les étapes (5) à (7) sont à répéter pour chaque température haute.

- 1) L'échantillon, étant à la température ambiante, doit être introduit dans l'enceinte climatique, celle-ci étant également à la température ambiante.
- 2) La température dans l'enceinte doit ensuite être abaissée à la température basse appropriée, T_{A2} , à une vitesse de refroidissement n'excédant pas 60 °C par heure, sauf indication contraire.

NOTE Les cycles initiaux utilisent les températures extrêmes, T_{A2} et T_{B2} , quel que soit le cycle utilisé, celui de la Figure 1 ou de la Figure 2.

- 3) Lorsque la stabilité en température dans l'enceinte est atteinte, l'échantillon doit être exposé aux conditions de basse température pendant la durée appropriée t_1 (voir étape (4) ci-après).
- 4) Une durée d'exposition minimale est donnée dans le Tableau 1. Cependant, la durée d'exposition, t_1 , doit être suffisante pour permettre au câble complet d'atteindre l'équilibre avec la température spécifiée.
- 5) La température dans l'enceinte doit ensuite être élevée à la température haute appropriée, T_{B2} , à une vitesse de chauffe n'excédant pas 60 °C par heure, sauf indication contraire.
- 6) Lorsque la stabilité en température dans l'enceinte est atteinte, l'échantillon doit être exposé aux conditions de haute température pendant la durée appropriée t_1 .
- 7) La température dans l'enceinte doit ensuite être abaissée jusqu'à la température ambiante, à la vitesse de refroidissement appropriée. Ce mode opératoire constitue un cycle (voir Figure 1 ou Figure 2). S'il s'agit de l'étape intermédiaire d'une série de cycles, alors il n'est pas exigé de ménager une durée d'exposition, mais aucune mesure ne doit être effectuée.
- 8) Passer au cycle suivant en appliquant les étapes 2) à 7). L'échantillon doit être soumis à au moins deux cycles, sauf exigence contraire dans la spécification particulière applicable. Le ou les cycles initiaux doivent inclure une température basse et une température haute, conformément à la Figure 1. Le cycle final doit inclure une température basse et une température haute, conformément à la Figure 1 et selon ce qui est exigé par la spécification particulière applicable. Si plusieurs paliers de température basse ou haute sont exigés, le cycle final doit inclure au moins deux températures basses et au moins deux températures hautes, conformément à la Figure 2. Sur le dernier cycle, si plusieurs températures sont spécifiées, l'échantillon doit être maintenu à chaque température intermédiaire (T_{A1} ou T_{B1}) pendant la durée appropriée t_1 . A la fin de la

séquence de cycles, maintenir l'échantillon à la température ambiante pendant la durée appropriée t_1 .

- 9) L'affaiblissement doit être mesuré à la température ambiante au début du premier cycle, à la fin de la durée d'exposition t_1 pour chacun des paliers de température spécifiés (T_{A1} , T_{A2} , T_{B1} , T_{B2}) lors du cycle final, et à la température ambiante à la fin du cycle final. Si la spécification particulière exige des mesures à des cycles intermédiaires, ces mesures doivent être effectuées en procédant de la même manière.
- 10) Avant d'être retiré de l'enceinte, l'échantillon soumis à essai doit avoir atteint la stabilité en température à température ambiante.

Tableau 1 – Durée d'exposition minimale t_1

Durée d'exposition minimale pour un échantillon de masse donnée	
Masse de l'échantillon kg	Durée d'exposition minimale, t_1 h
Moins de 0,35	0,5
0,36 à 0,7	1
0,8 à 1,5	2
1,6 à 15	4
16 à 100	8
101 à 250	12
251 à 500	14
Plus de 501	16

NOTE Il appartient au responsable des essais de s'assurer que la durée d'exposition est suffisante pour amener le câble à l'équilibre pour la température spécifiée.

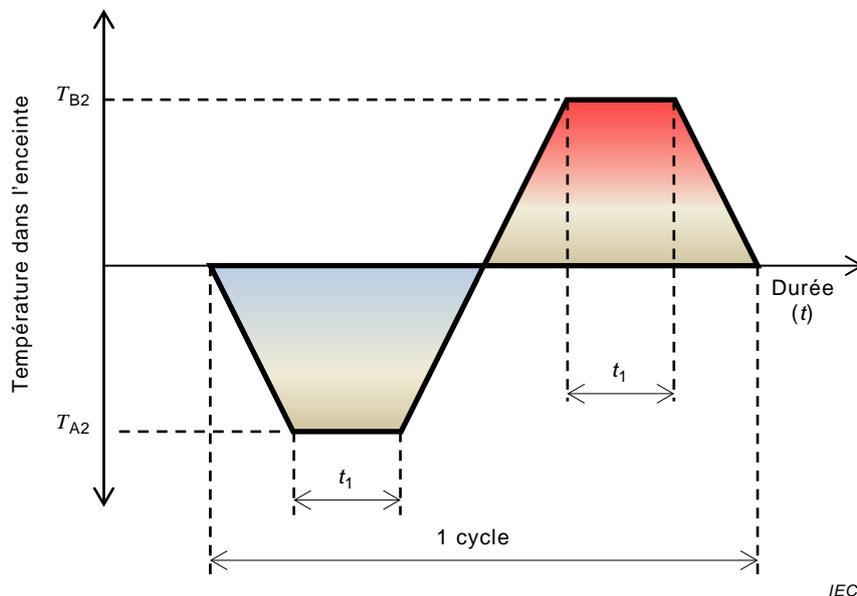
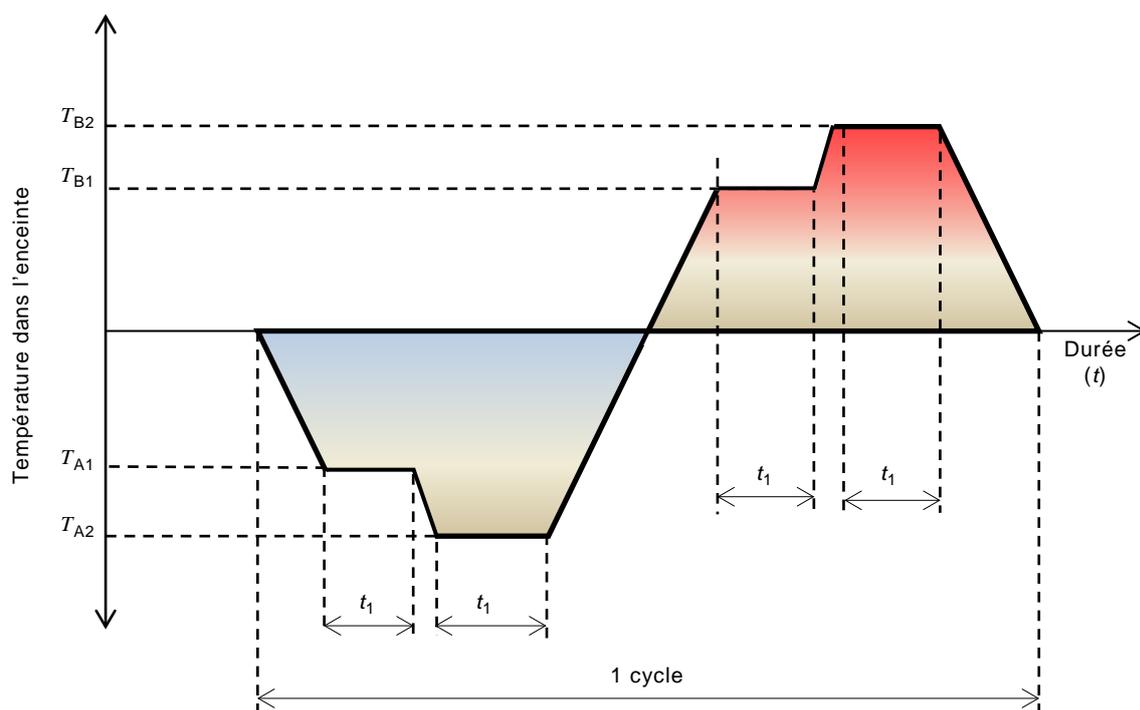


Figure 1 – Mode opératoire pour le ou les cycles initiaux



IEC

Figure 2 – Mode opératoire pour le cycle final

4.4.4 Période de repos

Si la température ambiante ne correspond pas aux conditions atmosphériques normales à appliquer pour soumettre l'échantillon à essai après son retrait de l'enceinte, l'échantillon doit être laissé au repos de manière à atteindre la stabilité en température à ces dernières conditions.

La spécification particulière applicable peut indiquer une période de repos spécifique pour un type d'échantillon donné.

4.5 Exigences

Les critères d'acceptation pour l'essai doivent être ceux indiqués dans la spécification particulière. Les modes de défaillance types incluent la perte de continuité optique, la dégradation du facteur de transmission optique ou la détérioration physique du câble. Sauf indication contraire, la variation de l'affaiblissement doit être calculée en fonction de la valeur d'affaiblissement atteinte dans les conditions ambiantes, avant le début de l'essai de cycles de température (4.4.1).

4.6 Détails à spécifier

La spécification particulière doit indiquer les éléments suivants:

- a) longueur de l'échantillon de câble;
- b) nombre de fibres soumises à essai, s'il diffère de celui donné en 4.2;
- c) longueur de la fibre soumise à essai;
- d) type de connexion entre fibres concaténées (facultatif);
- e) limites de température:
 - i) T_{A2} et T_{B2} (Figure 1), ou
 - ii) T_{A1} , T_{A2} , T_{B1} et T_{B2} (Figure 2),

- f) nombre de cycles,
- g) taux d'humidité à chaque valeur extrême de température (si spécifiée),
- h) variation d'affaiblissement maximale (voir 4.5) à une longueur d'onde spécifiée, en fonction des cycles de température.

4.7 Détails à consigner

Type d'enroulement:

- a) couronne, bobine, autre (à spécifier, dans le cas d'une bobine avec matelas amortisseur, type de matelas amortisseur et matériau utilisé);
- b) diamètre d'enroulement;
- c) enroulement à couche unique ou multicouche;
- d) tension d'enroulement et dispositif de relâchement des contraintes (le cas échéant).

Durée d'exposition, t_1 , si elle diffère de celle spécifiée dans le Tableau 1.

5 Méthode F5 – Pénétration d'eau

5.1 Objet

Cet essai s'applique aux câbles empêchant de manière continue la progression de l'eau. Le but est de déterminer la capacité du câble à bloquer la migration de l'eau sur une longueur spécifiée.

- La méthode F5A apprécie les entrées d'eau sur le plan radial, dues à une détérioration de la gaine.
- La méthode F5B apprécie les entrées d'eau sur le plan longitudinal, sur l'ensemble de la section de câble conçue pour empêcher la progression de l'eau, à partir d'une exposition à l'eau indéfinie en extrémité de câble.
- La méthode F5C apprécie également les entrées d'eau sur le plan longitudinal à partir d'une extrémité de câble, et s'applique aux câbles dotés d'un matériau gonflant empêchant la progression de l'eau.

La conformité doit être vérifiée sur les échantillons de câble en utilisant l'une des trois méthodes suivantes (F5A, F5B ou F5C), selon ce qui est indiqué dans la spécification particulière. Les essais de la méthode F5A portent sur la migration d'eau entre les interstices extérieurs du cœur optique et la gaine extérieure, tandis que les essais des méthodes F5B et F5C portent sur la migration d'eau sur l'ensemble de la section conçue pour empêcher la progression de l'eau. La méthode F5C intègre une étape de préconditionnement, un appareillage à débit limité, ou un échantillon de plus grande longueur, afin de simuler une exposition progressive à l'eau en un emplacement donné le long du câble, ou à une extrémité du câble. Les différentes conceptions de gaines, par exemple les câbles armés, ne sont pas nécessairement conçues pour empêcher la progression de l'eau. En pareil cas, retirer les couches extérieures avant d'appliquer les presse-étoupes.

5.2 Echantillon

5.2.1 Méthode F5A

Une portion circonférentielle de la gaine et du revêtement de 25 mm de largeur doit être enlevée à 3 m d'une extrémité d'un échantillon de câble et un manchon étanche doit être appliqué par-dessus le cœur dénudé de manière à relier les bords de la coupure dans la gaine et permettre l'application d'une colonne d'eau de 1 m.

L'extrémité opposée de l'échantillon doit être obturée afin d'empêcher toute fuite d'eau dans cette direction.

La longueur de l'échantillon doit être suffisante pour englober la distance entre la portion circonférentielle et l'extrémité de câble, la largeur de gaine retirée et la longueur permettant d'obturer l'extrémité opposée. Un échantillon de 3,1 m devrait être adapté à la majorité des usages.

5.2.2 Méthode F5B

Un échantillon de câble ne devant pas dépasser 3 m de longueur est utilisé.

Un presse-étoupe étanche doit être appliqué à une extrémité de l'échantillon, pour permettre l'application d'une colonne d'eau de 1 m.

NOTE 1 Si l'armature des câbles armés n'est pas conçue pour empêcher la progression de l'eau, l'armature peut être enlevée à l'extrémité du câble avant l'application du presse-étoupe.

NOTE 2 La pression exercée par l'eau peut contraindre la fibre et le matériau de remplissage à sortir des tubes des câbles remplis. En pareil cas, le résultat de l'essai serait invalide. Il peut par conséquent être exigé qu'au niveau du cœur, les fibres soient contraintes en sortie de câble, par exemple en obturant l'extrémité par une membrane ou un tissu. Comme les tubes remplis présentent de bonnes capacités pour empêcher la progression de l'eau, les essais peuvent se focaliser sur les caractéristiques de pénétration d'eau du reste du câble. Il est suggéré en pareil cas, pour éviter ce problème, que le ou les tubes du cœur soient bouchés à l'une ou l'autre des deux extrémités.

5.2.3 Méthode F5C (pour les câbles avec matériau gonflant empêchant la progression de l'eau)

Un échantillon de câble ne devant pas dépasser 3 m de longueur est utilisé pour le mode opératoire par prétrempage ou par insert réducteur. Si aucun de ces deux modes opératoires n'est retenu, un échantillon de câble plus long, mais ne devant pas dépasser 40 m, peut être utilisé.

Un presse-étoupe étanche doit être appliqué à une extrémité de l'échantillon, pour permettre l'application d'une colonne d'eau de 1 m.

NOTE 1 Si l'armature des câbles armés n'est pas conçue pour empêcher la progression de l'eau, l'armature peut être enlevée à l'extrémité du câble avant l'application du presse-étoupe.

NOTE 2 La pression exercée par l'eau peut contraindre la fibre et le matériau empêchant la progression de l'eau à sortir des tubes des câbles remplis. En pareil cas, le résultat de l'essai serait invalide. Il peut par conséquent être exigé qu'au niveau du cœur, les fibres soient contraintes en sortie de câble, par exemple en obturant l'extrémité par une membrane ou un tissu.

5.3 Appareillage

5.3.1 Dispositifs et configuration d'essai

Les montages d'essai appropriés sont représentés aux Figures 3 à 8: Figure 3 pour la méthode F5A, Figure 4 pour la méthode F5B et Figures 5 à 8 pour la méthode F5C. Sauf indication contraire dans la spécification particulière, l'échantillon doit être soutenu horizontalement.

5.3.2 Eau

L'eau doit être de l'eau potable (eau du robinet, eau déionisée ou eau déminéralisée), le choix étant laissé à la discrétion du fabricant de câbles.

Un colorant fluorescent soluble dans l'eau ou un autre agent colorant approprié peut être utilisé pour faciliter la détection de l'infiltration d'eau, le choix étant laissé à la discrétion du fabricant de câbles. Il convient de veiller à choisir un colorant fluorescent qui n'entre en réaction avec aucun des organes du câble.

NOTE Les colorants fluorescents inhibent dans une certaine mesure l'action de nombreux matériaux gonflants empêchant la progression de l'eau, ce qui peut biaiser les résultats d'essai.

Si cela est exigé par la spécification particulière, de l'eau simulant l'eau de mer (ou autre) peut être utilisée pour l'essai. Il convient que des considérations de conception et des limites d'essai spécifiques s'appliquent aux câbles conçus pour une exposition à l'eau salée ou à l'eau saumâtre.

5.3.3 Insert réducteur (méthode F5C)

Un insert réducteur peut être inséré dans le tube reliant la source d'eau à l'échantillon, afin de limiter le débit d'eau.

S'il est utilisé, l'insert réducteur doit présenter un diamètre de $1,50 \text{ mm} \pm 0,25 \text{ mm}$ et une longueur maximale de 30 mm (voir Figure 7).

5.4 Mode opératoire

5.4.1 Méthodes F5A et F5B

Une colonne d'eau de 1 m doit être appliquée pendant 24 h.

5.4.2 Méthode F5C

5.4.2.1 Prétrempeage (variante)

Si le mode opératoire par prétrempeage est utilisé, l'une des extrémités de l'échantillon doit être prétrempeée dans un seau d'eau pendant 10 min à une profondeur de $100 \text{ mm} \pm 10 \text{ mm}$. Un presse-étoupe étanche doit ensuite être appliqué sur l'extrémité ayant fait l'objet du prétrempeage, pour permettre l'application d'une colonne d'eau de 1 m.

Après le mode opératoire par prétrempeage, une colonne d'eau de 1 m doit être appliquée pendant 24 h.

5.4.2.2 Insert réducteur (variante)

Si l'insert réducteur est utilisé, il peut être inséré dans une quelconque partie du tube reliant la source de pression hydrostatique à l'échantillon.

Une colonne d'eau de 1 m doit être appliquée pendant 24 h.

5.4.2.3 Echantillon de plus grande longueur (variante)

Une colonne d'eau de 1 m doit être appliquée pendant 24 h.

5.5 Exigences

Pour les méthodes F5A, F5B et F5C, aucune présence d'eau ne doit être détectée au niveau de l'extrémité non scellée de l'échantillon. Si un colorant fluorescent est utilisé, un rayonnement ultraviolet peut être utilisé pour l'examen.

NOTE Le mode opératoire d'essai donné en 5.4 constitue une exigence de conformité de base. Pour l'appréciation du processus, des échantillons d'essai plus courts peuvent être soumis à essai pendant une durée plus courte.

5.6 Détails à spécifier

La spécification particulière doit indiquer les éléments suivants:

- a) méthode utilisée: F5A, F5B ou F5C (voir Figures 3 à 8);
- b) une quelconque donnée en variante (longueur de l'échantillon d'essai, pression hydrostatique, type d'eau ou durée de l'essai);

c) les exigences en variante relatives à la longueur de l'échantillon d'essai, au préconditionnement ou aux fuites si de l'eau salée (ou de l'eau d'un autre type) doit être utilisée.

5.7 Détails à consigner

- Si la méthode F5C est utilisée, le mode opératoire en variante retenu (prétrempage, insert réducteur ou échantillon de plus grande longueur).
- Détails concernant le colorant, le cas échéant.
- Longueur de l'échantillon d'essai, si elle est différente.
- Durée de l'essai, si elle est différente.

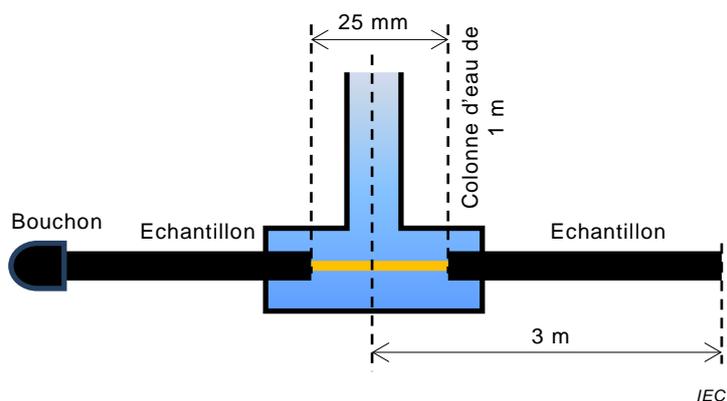


Figure 3 – Montage d'essai pour la méthode F5A

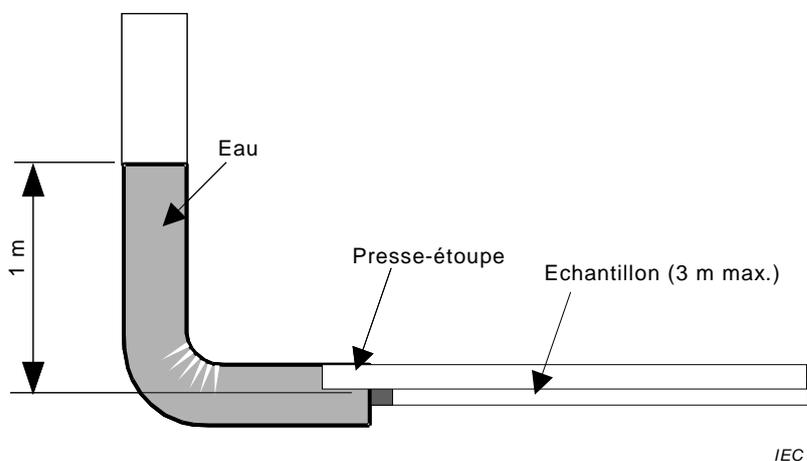


Figure 4 – Montage d'essai pour la méthode F5B

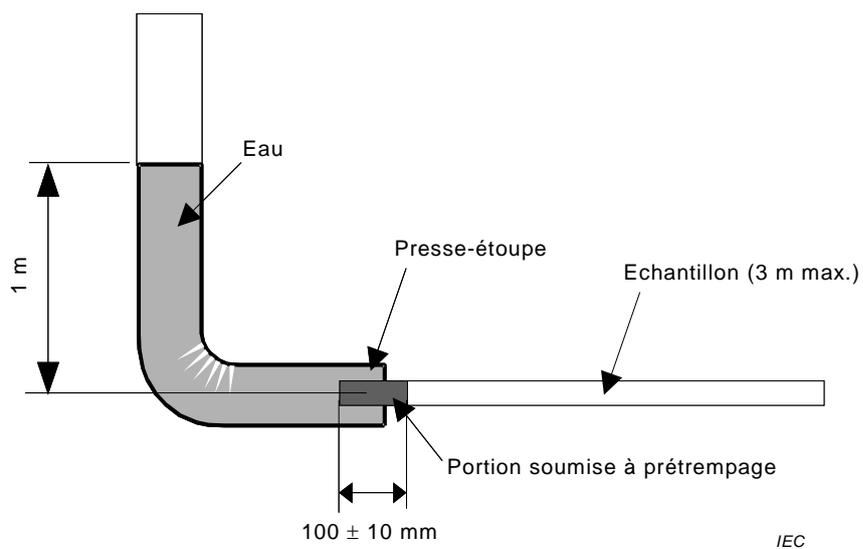


Figure 5 – Montage d’essai pour la méthode F5C: échantillon prétempé

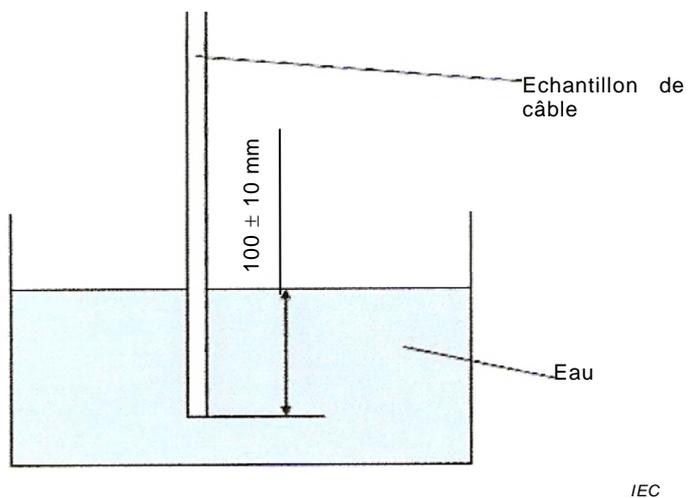


Figure 6 – Montage d’essai pour la méthode F5C: mode opératoire par prétempage

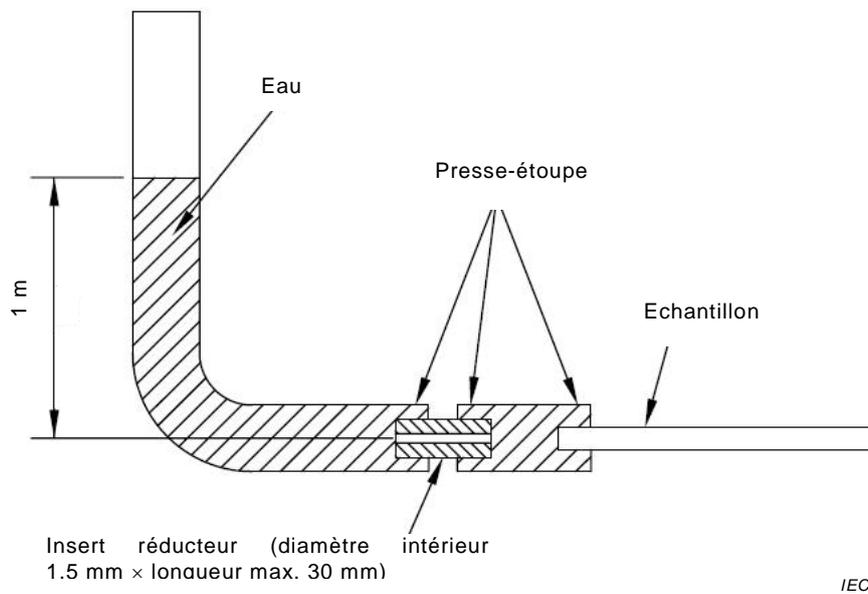


Figure 7 – Montage d’essai pour la méthode F5C: insert réducteur

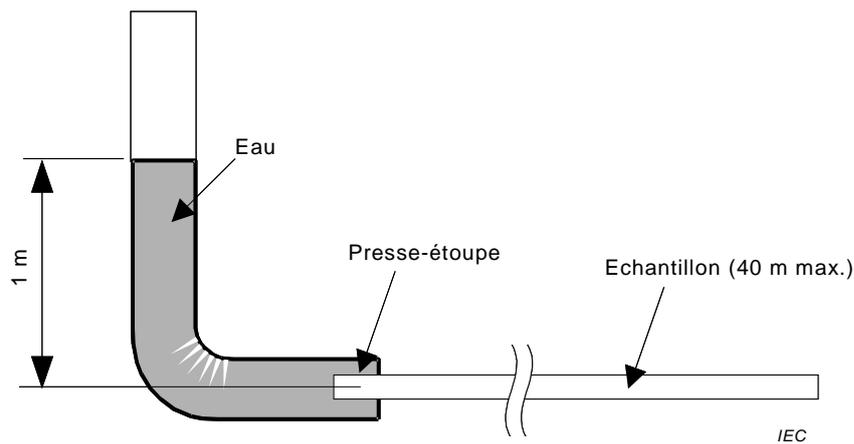


Figure 8 – Montage d’essai pour la méthode F5C: échantillon de plus grande longueur

6 Méthode F7 – Rayonnement nucléaire

6.1 Objet

L'exposition des câbles à fibres optiques à un rayonnement nucléaire peut entraîner une variation de l'affaiblissement des fibres et une modification des caractéristiques physiques des matériaux constitutifs du câble. En règle générale, les altérations sont plus sensibles au niveau de l'affaiblissement que des caractéristiques physiques.

L'affaiblissement des fibres et des fibres optiques câblées augmente généralement avec l'exposition au rayonnement, principalement en raison du piégeage des électrons formés par radiolyse et de la présence de trous au niveau des points défectueux dans le verre. L'exposition de matériaux polymères au rayonnement entraîne généralement une dégradation des propriétés telles que la résistance à la traction, l'allongement à la rupture et la tenue aux chocs, à mesure que le matériau devient cassant (certains matériaux pouvant cependant présenter une amélioration initiale à des niveaux d'exposition relativement bas, en raison de la réticulation).

Dans des cas particuliers où l'environnement de fonctionnement du câble suppose l'exposition à un rayonnement nucléaire, par exemple dans des applications militaires et pour des câbles destinés à être utilisés dans certaines zones dans des centrales et laboratoires nucléaires, des fibres et matériaux présentant une réponse au rayonnement appropriée peuvent être choisis, et des constructions de câbles intégrant des gaines métalliques ou des membranes composites peuvent être étudiées.

6.2 Echantillon

L'échantillon doit être tel que défini dans l'IEC 60793-1-54.

6.3 Appareillage

La description de l'appareillage est donnée dans l'IEC 60793-1-54.

6.4 Mode opératoire

6.4.1 Fibres

Pour la réponse au rayonnement des fibres, comprenant les fibres câblées, utiliser la méthode de rayonnement nucléaire donnée dans l'IEC 60793-1-54.

6.4.2 Matériaux

Pour la réponse au rayonnement des matériaux, la méthodologie donnée dans l'IEC 60544-1 doit être utilisée.

6.5 Exigences

La résistance au rayonnement nucléaire doit être conforme à la valeur maximale donnée dans la spécification particulière.

6.6 Détails à spécifier

Les détails à spécifier sont donnés dans l'IEC 60793-1-54.

7 Méthode F8 – Résistance pneumatique

7.1 Objet

Cet essai s'applique uniquement aux câbles non remplis, protégés par pression gazeuse. Le but est de mesurer la résistance pneumatique de ces câbles à un débit gazeux. La résistance pneumatique des câbles sous pression est exigée afin de s'assurer du bon fonctionnement du processus et des systèmes de pression gazeuse. Les résultats obtenus en utilisant de l'air sec peuvent être utilisés pour calculer la résistance avec d'autres gaz.

7.2 Echantillon

L'échantillon de câble fini doit présenter une longueur suffisante pour réaliser l'essai spécifié.

7.3 Appareillage

L'appareillage doit être composé des éléments suivants:

- a) équipement pneumatique fournissant à l'échantillon une pression d'air régulée;
- b) débitmètre;
- c) baromètre;
- d) thermomètre.

7.4 Mode opératoire

La température ambiante et la pression atmosphérique doivent être mesurées.

L'une des extrémités de la longueur de câble fini doit être reliée à une source continue d'air sec, devant être mesurée par le débitmètre. Cette source avec régulateur de pression délivre un air présentant un taux d'humidité relative maximal de 5 % à +20 °C. L'autre extrémité du câble doit être librement exposée à l'atmosphère.

Il convient d'appliquer dans le câble une pression de 62 kPa, avec une tolérance relative de ± 2 %, et le débit d'air continu doit être enregistré en utilisant un débitmètre étalonné à ± 10 %. D'autres pressions peuvent être appliquées, conformément aux exigences spécifiques des utilisateurs et telles qu'elles sont indiquées dans la spécification particulière.

Seuls les circuits d'air parvenant à l'intérieur de la gaine doivent être utilisés pour la mesure.

Une deuxième mesure doit être effectuée en inversant le sens du débit d'air, et les résultats doivent être enregistrés séparément.

La résistance pneumatique est dérivée de la formule suivante:

$$R = \frac{3\,720}{f \times L} \text{ kPa} \times \text{s} / (\text{m}^3 \times \text{m})$$

où

L désigne la longueur de l'échantillon en mètres (m);

f désigne le débit en mètres cubes par seconde (m^3/s).

7.5 Exigence

La résistance pneumatique doit être conforme à la valeur maximale donnée dans la spécification particulière.

7.6 Détails à spécifier

La spécification particulière doit indiquer les éléments suivants:

- a) résistance pneumatique maximale,
- b) longueur de l'échantillon,
- c) pression, si elle diffère de 62 kPa.

8 Méthode F9 – Vieillesse

8.1 Objet

Cette méthode d'essai s'applique aux câbles à fibres optiques qui sont soumis à essai par une exposition à haute température et à des cycles de température, afin de simuler le comportement, sur l'ensemble de leur durée de vie utile, de l'affaiblissement des câbles ou de leurs caractéristiques physiques indiquées dans la spécification particulière.

Les performances en fin de vie ne sont pas déterminées par cet essai. Les données peuvent cependant être utiles pour modéliser les performances sur la durée de vie utile du câble.

8.2 Echantillon

L'échantillon doit être identique à celui utilisé pour la méthode F1: Cycles de température. Si cette méthode de vieillissement est utilisée conjointement à la méthode F1, et que la méthode F1 est appliquée en premier, le même échantillon peut être utilisé pour cet essai de vieillissement.

8.3 Appareillage

L'appareillage doit être conforme à celui décrit pour la méthode F1.

8.4 Mode opératoire

La méthode F9 est fréquemment utilisée dans le cadre d'un mode opératoire global, associant la méthode F1. En pareil cas, la méthode F9 doit être appliquée après l'essai de cycles de température décrit dans la méthode F1. Dans ce cas, la valeur d'affaiblissement initiale pour la méthode F9 doit correspondre à celle de la dernière mesure à température ambiante décrite à l'étape 9) de la méthode F1. Si la méthode F9 n'est pas utilisée conjointement à la méthode F1, mesurer l'affaiblissement à température ambiante.

Le câble doit être exposé à la température indiquée dans la spécification particulière, et pendant la durée spécifiée dans cette même spécification particulière. Les mesures optiques ne sont pas exigées lors de cette phase.

Après les étapes de vieillissement, réaliser un essai de cycles de température conformément à la méthode F1. Effectuer deux cycles. A la fin du dernier cycle, la température doit être abaissée à la température ambiante, qui doit être maintenue pendant 24 h, et l'affaiblissement doit être mesuré.

8.5 Exigence

Calculer la variation de l'affaiblissement par rapport à la mesure initiale (8.4). Sauf accord contraire entre le client et le fournisseur, l'augmentation maximale autorisée de l'affaiblissement doit être:

- a) pour une fibre unimodale, soumise à essai à 1 550 nm: 0,25 dB/km au maximum, et 0,10 dB/km en moyenne, et
- b) pour une fibre multimode, soumise à essai à 1 300 nm: 0,6 dB/km au maximum, et 0,4 dB/km en moyenne.

Après avoir mesuré l'affaiblissement, une section de câble appropriée doit être décomposée. Tous les organes du câble présentant un code de couleur (fibres, tubes de protection, gaine) doivent être examinés conformément à l'Annexe A.

8.6 Détails à spécifier

La spécification particulière doit indiquer les éléments suivants:

- a) température d'exposition;
- b) durée d'exposition;
- c) variation maximale autorisée de l'affaiblissement, si elle diffère de celle donnée en 8.5;
- d) tout essai relatif à des caractéristiques physiques venant s'ajouter à celles données en 8.5.

9 Méthode F10 – Résistance des câbles immergés à la pression hydrostatique

9.1 Objet

Le but de cet essai est de déterminer la capacité d'un câble à fibres optiques immergé à résister à la pression hydrostatique, en mesurant l'affaiblissement ou en surveillant la variation de la transmission optique.

9.2 Echantillon

L'échantillon doit présenter une longueur suffisante pour que chacune de ses extrémités se situe en dehors du tube sous pression.

9.3 Appareillage

L'appareillage d'essai doit être composé des éléments suivants:

- a) appareillage de mesure de l'affaiblissement approprié pour déterminer la variation de l'affaiblissement (voir le mode opératoire d'essai de l'IEC 60793-1-40 ou de l'IEC 60793-1-46);
- b) tube sous pression. Les dimensions du tube sous pression doivent être compatibles avec la longueur d'échantillon minimale exigée par la spécification particulière.

9.4 Mode opératoire

L'essai doit être réalisé à température ambiante. La pression doit être maintenue pendant 24 h, ou pendant une durée convenue entre l'utilisateur et le fabricant.

Le câble doit être installé dans le tube sous pression. La pression de l'eau dans le tube sous pression pendant l'essai doit être 1,1 fois supérieure à la pression de l'eau présente dans les fonds marins où le câble doit être installé.

L'affaiblissement doit être mesuré avant, pendant et après l'essai.

Il convient de veiller à ce que les presse-étoupes aux extrémités du tube n'influent pas sur les résultats.

9.5 Exigences

Sauf indication contraire dans la spécification particulière, l'affaiblissement ne doit pas augmenter pendant ou après l'essai.

D'autres exigences peuvent être convenues entre le fabricant et l'utilisateur.

9.6 Détails à spécifier

La spécification particulière doit indiquer les éléments suivants:

- a) longueur de l'échantillon,
- b) pression,
- c) durée d'application de la pression.

10 Méthode F11 – Rétraction de la gaine (câbles destinés aux cordons de brassage)

10.1 Objet

Le but de cet essai est de mesurer le comportement en rétraction de la gaine, résultant du vieillissement des câbles à fibres optiques simplex et duplex destinés à être utilisés dans les cordons de brassage.

Pour cette méthode d'essai, l'IEC 60811-503 doit être utilisée avec des modifications relatives à la méthode d'échantillonnage et de mesure.

10.2 Echantillon

Une longueur de câble de 2 m doit être déroulée de la bobine et mise au rebut, avant de couper les longueurs d'échantillon d'essai. Cinq échantillons d'essai de la longueur indiquée dans la spécification particulière doivent être coupés dans le câble.

- Pour des échantillons d'essai d'une longueur nominale de 1 m, couper une longueur de $1\,050\text{ mm} \pm 5\text{ mm}$.
- Pour des échantillons d'essai d'une longueur nominale de 150 mm, couper une longueur de $160\text{ mm} \pm 5\text{ mm}$.

10.3 Appareillage

Un récipient (présentant des dimensions types de $0,5\text{ m} \times 0,5\text{ m}$) dans lequel est placé l'échantillon d'essai. Le fond du récipient doit être recouvert de talc ou de papier, afin de réduire le plus possible les forces de frottement exercées sur l'échantillon d'essai, et de permettre le libre mouvement de la gaine.

Une enceinte thermostatique à même d'accueillir le récipient de l'échantillon d'essai et de maintenir la température spécifiée à $\pm 3\text{ }^\circ\text{C}$, comme décrit à l'Article 8 de l'IEC 60068-2-14:2009.

Un dispositif de mesure de longueur d'une résolution minimale de 0,1 %.

10.4 Mode opératoire

Le câble sur la bobine doit être conditionné à température ambiante pendant 24 h avant de couper les échantillons d'essai.

Deux marquages, distants de la longueur nominale d'échantillon d'essai indiquée dans la spécification particulière, $\pm 0,5\text{ mm}$, doivent être apposés sur chaque échantillon d'essai.

La distance (L_1) entre les marquages sur chaque échantillon d'essai doit être mesurée et consignée.

Les échantillons d'essai sont disposés approximativement à l'horizontale dans le récipient. Si l'espace disponible le permet, l'échantillon peut également être disposé droit dans l'enceinte. Si les échantillons d'essai doivent être enroulés, ils doivent respecter un rayon d'enroulement minimal de 150 mm, et être enroulés de façon à permettre le libre mouvement de la gaine.

L'enceinte thermostatique doit être chauffée à la température spécifiée.

Le récipient avec les échantillons positionnés à l'horizontale est ensuite introduit dans l'enceinte thermostatique.

Après la durée d'exposition spécifiée (minimum 1 h, sauf indication contraire), le récipient avec les échantillons doit être retiré de l'enceinte et il doit être laissé à refroidir à température ambiante pendant 1 h, sauf indication contraire.

Un minimum de quatre cycles, tel qu'il vient d'être décrit, doit être effectué.

Après chaque cycle (la mesure devant de préférence porter sur plusieurs échantillons), la distance (L_2) entre les marquages sur chaque échantillon d'essai doit être mesurée et consignée. Si les échantillons ont été enroulés, les redresser pour cette mesure. Si les échantillons enroulés ne peuvent pas être redressés convenablement pour la mesure, l'essai est considéré comme invalide.

La rétraction de la gaine de chaque échantillon d'essai est calculée après chaque cycle selon la formule suivante:

$$\Delta L_{x,i} = (L_1 - L_{2x,i}) \text{ mm}$$

où

L_1 désigne la distance initiale mesurée entre les marquages;

$L_{2x,i}$ désigne la distance mesurée entre les marquages;

i désigne le numéro de l'échantillon ($i = 1$ à 5);

x désigne le numéro du cycle ($x = 1$ à 4).

Il convient de calculer la valeur moyenne $\Delta L_x = 1/5 (\Delta L_{x,1} + \Delta L_{x,2} + \Delta L_{x,3} + \Delta L_{x,4} + \Delta L_{x,5})$ après chaque cycle de température.

Poursuivre les cycles d'essai jusqu'à ce que la rétraction présente une variation inférieure à ± 1 mm.

10.5 Exigences

La rétraction de la gaine ne doit pas dépasser la valeur donnée dans la spécification particulière applicable.

10.6 Détails à spécifier

La spécification particulière doit indiquer les éléments suivants:

- a) détails de l'enceinte thermostatique et de la température haute d'exposition;
- b) durée d'exposition à la température haute, si elle diffère de 1 h;
- c) méthode de marquage et de mesure de longueur;
- d) configuration des échantillons et fixation dans le récipient;
- e) nombre de cycles.

10.7 Détails à consigner

Le rapport d'essai doit indiquer les éléments suivants:

- a) valeurs de rétraction individuelles de tous les échantillons,
- b) rétraction moyenne de la gaine,
- c) tout écart par rapport à cette méthode d'essai.

11 Méthode F12 – Cycles de température sur les câbles devant être équipés de connecteurs à leurs extrémités

11.1 Objet

Le but de cet essai est d'examiner le comportement en affaiblissement (variation de l'affaiblissement) lorsque des câbles à fibres optiques qui sont dotés de connecteurs à leurs extrémités sont soumis à des cycles de température.

NOTE La méthode F1 est un essai général de cycles de température pour les câbles.

11.2 Echantillon

L'échantillon doit être prélevé dans une longueur de câble fini. La longueur de l'échantillon doit être telle qu'elle est indiquée dans la spécification particulière, soit typiquement 10 m.

11.3 Appareillage

L'appareillage doit être composé des éléments suivants:

- a) enceinte thermostatique appropriée pour accueillir l'échantillon et maintenir la température spécifiée à +3 °C, comme décrit à l'Article 8 de l'IEC 60068-2-14:2009;
- b) équipement de surveillance de l'affaiblissement conformément à l'IEC 60793-1-40 et à l'IEC 60793-1-46.

11.4 Mode opératoire

L'échantillon doit être disposé dans l'enceinte d'essai selon une méthode de stockage qui ne doit pas affecter le comportement en dilatation ou en contraction de la fibre optique. Aux deux extrémités de l'échantillon figurant à l'intérieur de l'enceinte, tous les organes du câble doivent être fixés ensemble pour éviter un quelconque mouvement relatif entre les éléments du câble au point de fixation. La fixation peut se faire par exemple au moyen de pinces, d'injection de substance adhésive, ou par raccordement avec des connecteurs. La fixation choisie ne doit pas affecter l'affaiblissement de l'échantillon d'essai. Les extrémités de la fibre optique (à l'extérieur de l'enceinte) peuvent être temporairement raccordées à des fibres amorce. Le déploiement de l'échantillon à l'extérieur de l'enceinte ne doit pas affecter les résultats.

Les modes opératoires de préconditionnement, le cas échéant, doivent être appliqués comme convenu entre le client et le fournisseur.

Les cycles de température doivent être appliqués conformément à la méthode F1: Cycles de température, le mode opératoire du premier cycle se décomposant comme suit:

- la température de l'enceinte doit être abaissée à la température basse, T_{A1}/T_{A2} , en respectant une vitesse de refroidissement appropriée;
- dès que la température dans l'enceinte a atteint une condition stable, l'échantillon doit être exposé à la température basse pendant une durée appropriée, t_1 ;
- la température dans l'enceinte est ensuite élevée à la température haute spécifiée, T_{B1}/T_{B2} , en respectant une vitesse de chauffe appropriée;
- dès que la température dans l'enceinte a atteint une condition stable, l'échantillon doit être exposé à la température haute pendant une durée appropriée, t_1 ;
- la température dans l'enceinte est ensuite abaissée à la température ambiante.

Ce mode opératoire correspond à un cycle. Les vitesses de refroidissement et de chauffe ne doivent pas dépasser 60 °C/h.

11.5 Exigences

L'augmentation maximale de l'affaiblissement pendant et après l'essai doit être conforme à la spécification particulière applicable. Comme dans la méthode F1, la variation de l'affaiblissement doit être calculée par rapport à l'affaiblissement initial à température ambiante, avant le début de l'essai.

11.6 Détails à spécifier

La spécification particulière doit indiquer les éléments suivants:

- a) méthode de stockage de l'échantillon dans l'enceinte thermostatique;
- b) modes opératoires de préconditionnement;
- c) méthode de fixation des extrémités de câble;
- d) données sur l'équipement d'essai, comprenant la méthode de mesure et les conditions d'injection;
- e) nombre de cycles,
- f) valeurs de T_{A1}/T_{A2} , T_{B1}/T_{B2} et t_1 .

12 Méthode F13 – Tenue à la pression du microconduit

12.1 Objet

Le but de cet essai est de vérifier que le microconduit est en mesure de résister à la pression interne maximale utilisée pour le soufflage du câble ou de l'unité de fibres en microconduit.

Cet essai garantit un fonctionnement sûr sur une plage de températures. La pression d'essai est choisie comme étant soit la pression de travail maximale du microconduit, soit un multiple de celle-ci, comme indiqué dans la spécification particulière. La zone contrôlée est une enceinte de chauffe/refroidissement, dans le cas où la spécification particulière exige des essais à des températures supérieures ou inférieures à la température ambiante. Les plages types sont comprises entre -20 °C et $+60\text{ °C}$. En général, les microconduits en matériau polymère présentent une tolérance moindre à la pression à mesure que la température augmente.

12.2 Echantillon

Des longueurs égales L de microconduit, d'environ 1 m, sont coupées dans une longueur de microconduit de production. Les extrémités doivent être coupées proprement, en s'assurant qu'elles ne sont pas écrasées. Ceci afin d'éviter les fuites d'air autour des connecteurs. Cet essai doit être réalisé dans une zone contrôlée, de sorte qu'il n'y ait pas de danger lié à la propulsion de fragments dans l'air, en cas de défaillance du microconduit.

Les échantillons de microconduit doivent être conditionnés à la température d'essai pendant au moins quatre heures avant l'essai.

12.3 Appareillage

La source de pression doit faire l'objet d'un accord entre le client et le fournisseur. Il s'agit typiquement d'un compresseur ou d'une bouteille de gaz. Le port d'équipements de protection individuelle (EPI) est recommandé (lunettes-masque ou pare-visage et gants).

12.4 Mode opératoire

L'une des extrémités du microconduit est insérée dans le dispositif de mise sous pression. Un bouchon assurant une obturation complète (généralement en métal) est monté à l'extrémité opposée. Le dispositif de mise sous pression est activé et la pression est lentement

augmentée jusqu'au niveau spécifié. L'échantillon est maintenu sous pression pendant 30 min (sauf indication contraire dans la spécification particulière).

L'échantillon est inspecté en permanence pour identifier des fuites; il peut être judicieux de placer le microconduit dans un récipient rempli d'eau afin de rechercher des bulles d'air s'échappant du microconduit. Au bout de 30 min (sauf indication contraire dans la spécification particulière), la source d'air est déconnectée et l'échantillon est retiré. Il convient de porter les EPI pour pénétrer dans la zone d'essai.

Dix échantillons doivent être soumis à essai, sauf indication contraire dans la spécification particulière.

12.5 Exigences

Tous les échantillons doivent résister à la pression appliquée sans présenter de fuite pendant l'essai, ni de détérioration visible après l'essai.

12.6 Détails à spécifier

- a) longueur d'échantillon: 1 m (sauf indication contraire);
- b) pression d'essai: conformément à la spécification particulière;
- c) durée: 30 min (sauf indication contraire);
- d) nombre d'échantillons: 10 (sauf indication contraire dans la spécification particulière).

13 Méthode F14 – Essai de résistance aux UV du câble

13.1 Objet

Cet essai apprécie la capacité des matériaux constitutifs de la gaine du câble à conserver leur intégrité lorsqu'ils sont exposés à un rayonnement ultraviolet (UV) résultant de la lumière naturelle ou d'éclairages fluorescents, suivant le cas. Cette conservation d'intégrité s'apprécie en mesurant la rétention de la résistance à la traction et l'allongement de la gaine des échantillons de câble.

Les méthodes d'essai de l'ISO 4892-2 et de l'ISO 4892-3 doivent être utilisées.

L'essai de l'ISO 4892-2 s'applique aux câbles extérieurs et aux autres câbles soumis à une exposition significative à la lumière naturelle. L'essai de l'ISO 4892-3 s'applique aux câbles intérieurs soumis à une exposition à des éclairages fluorescents.

13.2 Echantillon

Préparer des échantillons et des éprouvettes (six éprouvettes et six autres comme éprouvettes de contrôle), comme décrit dans l'ISO 4892-2 ou l'ISO 4892-3, suivant le cas.

13.3 Appareillage

L'appareillage à utiliser est décrit dans l'ISO 4892-2 ou l'ISO 4892-3, suivant le cas.

Outre l'appareillage d'exposition aux UV, un appareillage d'essai de traction approprié pour soumettre à essai les éprouvettes de gaine doit être utilisé.

13.4 Mode opératoire

13.4.1 Généralités

Avant le conditionnement, mesurer la résistance à la traction à la rupture et l'allongement ultime des éprouvettes de contrôle sur la machine des essais de traction.

Conditionner les éprouvettes comme décrit en 13.2, suivant le cas. Après l'exposition, soumettre les éprouvettes aux essais de résistance à la traction et d'allongement, de la même manière que pour les éprouvettes de contrôle.

13.4.2 Conditionnement des câbles extérieurs (essai de vieillissement accéléré)

Six éprouvettes doivent être suspendues à la verticale, de sorte que la surface externe soit exposée uniformément à l'action des rayonnements actiniques. Pendant l'essai, la température indiquée par le thermomètre à panneau noir ou le thermomètre à étalon noir doit rester dans la plage $+60\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ et le taux d'humidité relative doit rester dans la plage $50\% \pm 5\%$ (uniquement en période sèche, dans le cas d'un essai pour applications extérieures). Le tambour porte-éprouvettes doit tourner à une vitesse de $1\text{ tr/min} \pm 0,1\text{ tr/min}$.

Les éprouvettes sont soumises à des cycles alternant période d'exposition aux UV et période sans rayonnement, pendant laquelle se produisent les variations de température. Les périodes de chaque cycle, d'une durée cumulée de 120 min, se répartissent comme suit: 102 min d'exposition aux UV à sec à une température de $+60\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$, suivies de 18 min d'exposition à la pluie, sans rayonnement, à une température de $+50\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$.

La durée totale de l'essai doit être de 4 000 h (2 000 cycles), sauf indication contraire dans la norme de produit applicable.

NOTE La classification des caractéristiques mécaniques, d'intrusion, climatiques et chimiques, et électromagnétiques (MICE) définit trois degrés de sévérité, couvrant les durées de 500 h à 6 000 h.

Pour les matériaux colorés, une température de panneau noir de $+60\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ doit être appliquée.

Après l'exposition, les éprouvettes exposées doivent être retirées de l'équipement et conditionnées à température ambiante pendant au moins 16 h.

Les six autres éprouvettes doivent être conservées à température ambiante et protégées de la lumière naturelle directe lors du traitement UV, et soumises à essai en même temps que les éprouvettes exposées.

13.4.3 Conditionnement des câbles intérieurs (essai en enceinte de vieillissement accéléré aux UV QUV)

Les détails de conditionnement pour les essais en enceinte de vieillissement accéléré aux UV QUV doivent être déterminés. Se reporter à l'ISO 4892-3 pour obtenir des recommandations. Pour la méthode de l'ISO 4892-3, applicable aux câbles intérieurs, exposer les éprouvettes pendant au moins 720 h.

13.5 Exigences

Après l'exposition, la résistance à la traction et l'allongement moyens des éprouvettes doivent correspondre au minimum à 80 % de la valeur originale.

13.6 Détails à spécifier

La spécification particulière doit indiquer les éléments suivants:

- a) méthode à utiliser – ISO 4892-2 pour les câbles extérieurs ou ISO 4892-3 pour les câbles intérieurs;
- b) une quelconque variation des conditions ou durées d'exposition par rapport à celles spécifiées;
- c) une quelconque variation des exigences de conformité par rapport à celles spécifiées dans le présent document.

14 Méthode F15 – Essai de résistance au gel en extérieur

14.1 Objet

Cet essai détermine la capacité d'un câble à résister aux effets de l'eau gelée (glace) pouvant se situer au voisinage immédiat de la gaine d'un câble à fibres optiques, en observant les quelconques variations d'aspect physique de la gaine, ou les quelconques variations de l'affaiblissement mesuré sur le câble.

NOTE L'essai de résistance au gel en extérieur simule le gel du milieu entourant un câble enfoui, par exemple de la terre humide ou de l'eau. Il n'est pas destiné à simuler le gel d'un câble dans un conduit ou un tuyau. Cet essai de résistance au gel en extérieur ne présente que peu d'intérêt pour l'appréciation d'un câble extérieur, car ce type de câble échoue rarement à cet essai. Le cumul des autres exigences applicables aux câbles extérieurs définit un câble qui est suffisamment robuste pour passer aisément cet essai avec succès. L'appréciation des microcâbles en microconduit en utilisant cet essai est à l'étude. Cet essai peut être utile pour apprécier les câbles qui ne sont pas normalement destinés à une installation en extérieur. Les utilisateurs sont invités à se reporter aux normes nationales en vigueur dans les régions applicables.

14.2 Echantillon

Une longueur de câble d'au moins 50 m doit être enroulée librement dans l'eau à geler. Le contact entre la couronne de câble et les parois du réservoir d'eau doit être aléatoire. Une longueur supplémentaire, suffisante pour effectuer les mesures optiques exigées et pour relier le câble de l'appareillage à l'équipement de mesure, doit être prévue.

14.3 Appareillage

L'appareillage doit être un réservoir d'eau adapté pour contenir la longueur entre repères de l'échantillon et la recouvrir d'eau.

L'eau doit être de l'eau du robinet. Ce mode opératoire est rédigé en prenant en considération l'usage d'eau du robinet. L'utilisation d'autres types d'eau, tels que de l'eau de mer ou des solutions similaires, doit se faire comme indiqué dans la spécification particulière. Dans ces cas, la spécification particulière peut prescrire des températures autres que celles spécifiées dans le présent document.

Le réservoir d'eau doit être placé dans un appareillage approprié pour faire geler l'eau et la maintenir à la température spécifiée ± 3 °C. Une enceinte climatique constitue un exemple courant. En variante, un dispositif de surveillance de la température peut être utilisé pour surveiller la température du câble. Dans ce cas, le dispositif doit se situer à proximité immédiate de l'échantillon soumis à essai.

14.4 Mode opératoire

- 1) Placer la longueur entre repères du câble dans le réservoir d'eau, soit sous forme de couronne, soit en l'enroulant dans le réservoir. Recouvrir le câble d'eau.
- 2) Effectuer les mesures initiales d'affaiblissement, comme indiqué par la spécification particulière.
- 3) Si le dispositif facultatif de surveillance de la température est utilisé, la température de l'enceinte peut être abaissée jusqu'à -40 °C, jusqu'à ce que l'eau ait complètement gelé et que la température de la glace soit de -10 °C ou moins.
- 4) Elever la température de l'enceinte à -2 °C et maintenir cette température pendant 1 h.

NOTE Il s'agit de la température à laquelle l'eau pure connaît sa dilatation volumique maximale sous forme de glace.

- 5) Mesurer l'affaiblissement comme indiqué par la spécification particulière.
- 6) Si le dispositif facultatif de surveillance de la température est utilisé, la température de l'enceinte peut être élevée jusqu'à $+65$ °C, afin d'accélérer la fonte de la glace. Maintenir la température haute jusqu'à ce que la température de l'eau atteigne $+15$ °C. Ramener ensuite la température de l'enceinte à $+23$ °C et maintenir cette température jusqu'à ce que la température de l'eau atteigne $+23$ °C ± 5 °C.

- 7) Mesurer l'affaiblissement comme indiqué par la spécification particulière.
- 8) Retirer le câble du réservoir d'eau et examiner l'extérieur de la longueur entre repères, pour y déceler une quelconque détérioration physique.

14.5 Exigences

Après l'exposition, il ne doit y avoir aucune fissure apparente ou d'autres ouvertures dans la gaine du câble. L'augmentation maximale de l'affaiblissement pendant et après l'essai doit être conforme à la spécification particulière applicable, dans le cas d'une exposition au gel et de l'absence de variation après dégel.

14.6 Détails à spécifier

La spécification particulière doit indiquer les éléments suivants:

- a) variation de l'affaiblissement pendant et après l'essai;
- b) un quelconque écart par rapport aux critères spécifiés dans le présent document.

15 Méthode F16 – Ecoulement (égouttement) des matériaux de remplissage

15.1 Objet

Cet essai (E14 dans l'IEC 60794-1-21) est destiné à vérifier que les matériaux de remplissage et d'enduction ne s'écoulent pas aux températures spécifiées d'un câble à fibre optique rempli ou enduit.

15.2 Echantillon

- a) Nombre et type d'éprouvettes

Sauf indication contraire dans la spécification particulière, préparer deux éprouvettes de câble pour les essais, à partir de chaque échantillon de câble à apprécier. Chaque éprouvette de câble doit être représentative du type de câble indiqué par la spécification particulière.

- b) Longueur d'échantillon

Sauf indication contraire dans la spécification particulière, chaque éprouvette doit présenter une longueur de 200 mm \pm 5 mm.

- c) Préparation des éprouvettes

Préparer chaque éprouvette de câble comme suit, en effectuant toutes les modifications exigées en d):

- 1) Retirer une section de 100 mm \pm 2,5 mm de la gaine extérieure, à l'une des extrémités.
- 2) Retirer tous les organes restants qui ne font pas partie intégrante du câble (par exemple armature, membranes, gaines intérieures, éléments de renfort enroulés de manière hélicoïdale, rubans d'étanchéité, autres éléments de ceinture du cœur, etc.) sur une longueur de 80 mm \pm 2,5 mm de la même extrémité du câble. Ne pas toucher au restant du câble (par exemple les tubes de protection qui contiennent les fibres optiques, ou les éléments de bourrage utilisés pour obtenir un assemblage cylindrique).
- 3) Retirer les parties de matériau de remplissage ou d'enduction rendues faiblement adhérentes par les opérations en 1) et 2), mais s'assurer que l'éprouvette reste suffisamment revêtue de matériau de remplissage ou d'enduction (c'est-à-dire ne pas l'essuyer totalement).
- 4) Pour les structures de câbles comportant des organes tels que des faisceaux ou des rubans de fibres susceptibles de se déplacer sous leur propre poids au cours de l'essai, fixer ces organes à l'extrémité non préparée de l'éprouvette de façon qu'ils ne perturbent pas le reste de l'éprouvette. Ces organes peuvent être fixés au moyen de

pincés, de bouchons en époxy, ou tout autre moyen satisfaisant au but du mode opératoire.

- 5) Lorsque la spécification particulière l'autorise, les extrémités supérieures des tubes de protection ou des tubes à structure lâche peuvent être obturées pour simuler des longueurs de câbles importantes.

d) Extrémités de l'éprouvette

Si la spécification particulière l'autorise, équiper l'extrémité inférieure de l'éprouvette de câble conformément aux recommandations du fabricant visant la finition du câble en utilisation réelle. Des parties du mode opératoire décrit en c) peuvent être affectées par cette finition, mais le but de l'alinéa c) doit être respecté.

15.3 Appareillage

L'appareillage et les équipements suivants sont exigés pour réaliser cet essai.

a) Enceinte

Une enceinte thermostatique de taille suffisante pour que les éprouvettes puissent rester en position verticale et d'une capacité thermique suffisante pour maintenir les températures spécifiées pendant toute la durée de l'essai. Si l'enceinte thermostatique est du type à circulation d'air, l'air ne doit pas être soufflé directement sur les éprouvettes d'essai.

b) Récipient

Un récipient non hygroscopique pour récupérer les écoulements.

c) Balance analytique

15.4 Mode opératoire

Les étapes suivantes doivent être effectuées.

a) Préchauffer l'enceinte à la température spécifiée dans la spécification particulière.

- b) Placer chaque éprouvette préparée dans l'enceinte, suspendue en position verticale, les extrémités préparées étant dirigées vers le bas. Placer un récipient de récupération propre et préalablement taré, directement sous l'éprouvette suspendue (mais pas en contact avec celle-ci).

- c) Si la spécification particulière l'autorise, il est admis de préconditionner l'éprouvette comme défini de 1) à 3) ci-dessous; dans le cas contraire, passer directement à l'étape d).

1) Stabiliser la température de l'enceinte et, sauf indication contraire dans la spécification particulière, préconditionner chaque éprouvette pendant 1 h.

2) A la fin du temps de préconditionnement spécifié, remplacer le récipient de récupération par un autre récipient de récupération propre et préalablement taré. Peser le récipient de récupération de préconditionnement pour mesurer la quantité de matériau de remplissage ou d'enduction qui a pu s'écouler du câble pendant le préconditionnement. Une quantité mesurée supérieure à la limite de préconditionnement spécifiée doit être considérée comme une défaillance. Sauf indication contraire dans la spécification particulière, la limite de préconditionnement doit correspondre à 0,5 % du poids total de l'éprouvette de câble ou 0,5 g, la valeur retenue étant la plus faible des deux;

3) Poursuivre l'essai pendant 23 h, sauf indication contraire dans la spécification particulière, et passer à l'étape e).

- d) Stabiliser la température de l'enceinte et, sauf indication contraire dans la spécification particulière, soumettre à essai pendant 24 h.

- e) A la fin du temps spécifié, retirer et peser le récipient de récupération pour mesurer la quantité de matériau de remplissage ou d'enduction qui a pu s'écouler du câble.

- f) Consigner cette valeur comme étant la quantité de matériau de remplissage ou d'enduction écoulée pour chaque éprouvette de câble. Sauf indication contraire dans la

spécification particulière, indiquer «pas d'écoulement» pour des quantités mesurées inférieures ou égales à 0,005 g.

15.5 Exigences

Sauf indication contraire dans la spécification particulière, une quantité maximale de matière écoulee de 0,050 g doit être autorisée pour les éprouvettes de câble. Si la quantité de matière écoulee de l'une des éprouvettes de câble dépasse 0,050 g, mais reste inférieure à 0,100 g, préparer deux éprouvettes de câble supplémentaires conformément à c) de 15.2, et les soumettre à essai conformément à a) à f) de 15.4. L'essai doit être considéré comme réussi si aucune éprouvette du second groupe ne révèle de quantité de matière écoulee supérieure à 0,050 g.

15.6 Détails à spécifier

La spécification particulière doit indiquer les éléments suivants:

- a) température d'essai;
- b) détails relatifs au préconditionnement (s'il est autorisé):
 - indication du fait que le préconditionnement est autorisé (s'il est autorisé);
 - écarts par rapport au mode opératoire de préconditionnement par défaut tel que défini en 15.4 c);
 - critères de réussite/échec du préconditionnement, s'ils diffèrent de ceux indiqués ci-dessus;
- c) toute exception applicable aux exigences du présent mode opératoire;
- d) critères d'acceptation (réussite/échec), s'ils diffèrent des critères par défaut.

16 Méthode F17 – Essai de rétraction du câble (excroissance des fibres)

16.1 Objet

Le but de cet essai est de mesurer l'excroissance des fibres par rapport aux organes du câble et à la gaine du câble, en raison de variations de température.

Il est important dans la plupart des installations de câble que la rétraction des organes et de la gaine du câble reste faible. L'effet de l'excroissance des fibres peut se produire lorsque les câbles sont utilisés dans des zones soumises à d'importantes variations de température. Les conceptions de câble intégrant des éléments de stabilisation sous-dimensionnés et présentant une forte rétraction des matériaux peuvent entraîner une excroissance excessive des fibres, qui peut provoquer une augmentation de l'affaiblissement, une altération de la fixation et de l'étanchéité des câbles, et dans le cas le plus défavorable la rupture des fibres.

16.2 Echantillon

L'échantillon d'essai doit présenter une longueur minimale de 10 m.

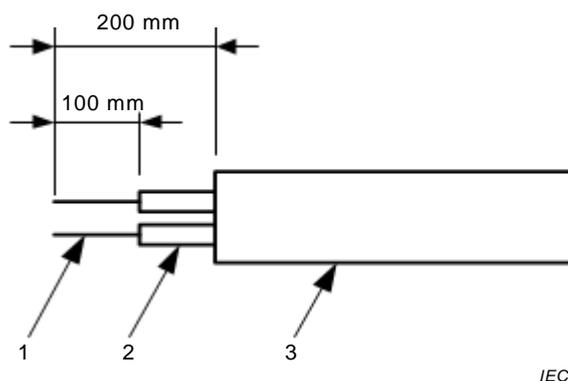
16.3 Appareillage

Conformément à la méthode F1.

16.4 Conditionnement

L'échantillon d'essai doit être enroulé librement selon un diamètre minimal de 0,6 m, sauf indication contraire. Les couronnes de câble doivent être fixées de manière lâche à deux emplacements opposés, de manière à ce que les éléments de câble puissent bouger librement (dilatation et rétraction). Le câble enroulé doit être placé dans l'enceinte.

La gaine extérieure du câble doit être retirée sur une longueur de 200 mm à partir de l'extrémité du câble, comme représenté à la Figure 9. Il convient de la même manière de dénuder les éléments de renfort, la gaine intérieure et les autres éléments de câble à proximité de l'extrémité de la gaine extérieure du câble. La protection secondaire des fibres ou les tubes contenant les fibres doivent être retirés sur une longueur de 100 mm à partir de l'extrémité de la gaine extérieure du câble, comme représenté à la Figure 9, de manière à ce que les fibres soient à nu sur une longueur de 100 mm, comme représenté à la Figure 9. Cette préparation doit être effectuée aux deux extrémités du câble.



Légende

- 1 fibre ou faisceau de fibres
- 2 protection secondaire de fibre ou tube contenant la fibre
- 3 câble

Figure 9 – Préparation des extrémités de câble

L'excroissance initiale des fibres doit être mesurée depuis le bord de la protection secondaire de fibre ou du tube contenant la fibre, et depuis le bord de la gaine de câble entourant l'ensemble des protections secondaires de fibre ou des tubes contenant les fibres aux deux extrémités (voir Figure 10).

L'échantillon de câble préparé doit être soumis à des cycles de température conformément à la méthode d'essai F1 et aux paramètres suivants:

- température haute, T_{B1} et T_{B2} : température haute de fonctionnement telle que définie dans la spécification particulière applicable;
- température basse, T_{A1} et T_{A2} : température basse de fonctionnement telle que définie dans la spécification particulière applicable;
- durée d'exposition minimale, t_1 : conformément à la méthode F1.

Un minimum de quatre cycles doit être effectué.

Après le dernier cycle, l'échantillon de câble doit reposer pendant au moins 1 h à température ambiante, sauf indication contraire dans la spécification particulière applicable.

L'excroissance des fibres doit être mesurée aux deux extrémités (voir Figure 10).

La variation maximale de l'excroissance des fibres est calculée à partir des formules suivantes:

$$\Delta L1 = \max(L1_{ai} - L1_{bi})$$

$$\Delta L2 = \max(L2_{ai} - L2_{bi})$$

où

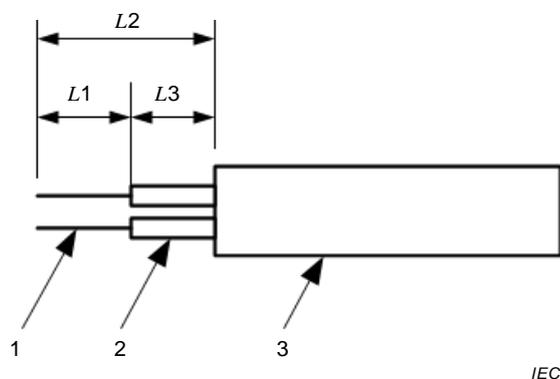
$L1_a$ désigne la longueur d'excroissance des fibres depuis le bord de la protection secondaire de fibre ou du tube contenant la fibre, après l'application des cycles de température sur l'élément numéro i ;

$L1_{bi}$ désigne la longueur d'excroissance des fibres depuis le bord de la protection secondaire de fibre ou du tube contenant la fibre, avant l'application des cycles de température sur l'élément numéro i ;

$L2_{ai}$ désigne la longueur d'excroissance des fibres depuis le bord de la gaine de câble, après l'application des cycles de température sur l'élément numéro i ;

$L2_{bi}$ désigne la longueur d'excroissance des fibres depuis le bord de la gaine de câble, avant l'application des cycles de température sur l'élément numéro i .

NOTE Les valeurs mesurées $L1$ et $L2$ ne donnent aucune information sur l'élément de câble qui s'est dilaté ou rétracté, car le point de référence de l'extrémité des fibres n'est pas défini.



IEC

Légende

- 1 fibre ou faisceau de fibres
- 2 protection secondaire de fibre ou tube contenant la fibre
- 3 câble

NOTE L'excroissance de la protection secondaire de fibre ou du tube contenant la fibre est représentée par la longueur $L3$, qui peut être calculée par la formule $L2$ moins $L1$.

Figure 10 - Mesure de l'excroissance des fibres

16.5 Exigences

La variation maximale calculée pour la longueur d'excroissance des fibres ($\Delta L1$ et $\Delta L2$) ne doit pas dépasser les valeurs dans la spécification particulière applicable.

NOTE La variation de l'excroissance de la protection secondaire de fibre ou du tube contenant la fibre est représentée par la longueur $\Delta L3$, qui peut être calculée par la formule $\Delta L2$ moins $\Delta L1$.

16.6 Détails à spécifier

La spécification particulière doit indiquer les éléments suivants:

- a) températures d'exposition haute et basse,
- b) variation maximale admise de la longueur d'excroissance des fibres.

16.7 Détails à consigner

- a) diamètre d'enroulement du câble;
- b) durée d'exposition;
- c) nombre de cycles;

- d) période de repos;
- e) variation maximale de l'excroissance des fibres pour l'ensemble des protections secondaires de fibre ou des tubes contenant les fibres:
- f) tout écart par rapport à cette méthode d'essai.

17 Méthode F18 – Essai de cycles de température à mi-portée pour les tubes de protection exposés

17.1 Objet

L'essai de cycles de températures à mi-portée apprécie les effets environnementaux sur des tubes de protection non ouverts insérés dans un câble à structure lâche exposé, dans une entrée de câble en passage (fibres traversantes) et stockés dans une armoire de rue, un boîtier ou un élément similaire. L'essai mesure la variation d'affaiblissement provoquée par la dilatation et la contraction thermiques des tubes non ouverts d'une entrée de câble en passage, lorsqu'ils sont soumis à des cycles de température en configuration stockée.

La méthode s'applique aux câbles extérieurs à structure lâche présentant des faisceaux de fibres dans des tubes de protection d'un diamètre extérieur d'au moins 2,0 mm. La méthode peut être utilisée pour d'autres câbles extérieurs, en utilisant les critères convenus entre le fabricant et le client.

La méthode utilise un montage de simulation générique, mais peut également être utilisée pour apprécier les performances optiques dans une armoire de rue, un boîtier ou un quelconque autre dispositif offrant un accès à mi-portée.

Le cycle de température décrit dans la méthode F1 est utilisé comme base de cet essai.

17.2 Echantillon

L'échantillon de câble doit être suffisamment long pour entrer et sortir de l'enceinte climatique, tout en fournissant la section de tube(s) de protection exposé(s), et une section pour le couplage du câble.

La longueur des tubes de protection exposés doit être conforme à ce qui est indiqué dans la spécification particulière, reflétant les pratiques d'installation. Une longueur de câble d'au moins 6 m doit être présente de chaque côté de la section exposée, afin d'éviter que les tubes et fibres n'entrent ou ne sortent de l'échantillon au cours de l'essai. Au moins une fibre de chaque type, le cas échéant, doit être sélectionnée pour chaque tube à structure lâche.

17.3 Appareillage

L'appareillage générique, qui peut varier en fonction de la conception du câble, est destiné à soumettre le câble à essai d'une manière qui soit représentative, et en s'affranchissant des spécificités d'un modèle spécifique de boîtier, ou de dispositif similaire. Un boîtier, une armoire de rue, un boîtier de protection d'épissure ou un autre dispositif peut être utilisé, selon ce qui a été convenu entre le fabricant et l'utilisateur.

L'appareillage générique doit être configuré pour équiper les extrémités de câble d'une manière qui soit cohérente avec les pratiques d'installation. Le ou les tubes de protection exposés doivent être stockés en boucles au sein d'un panier ou d'une autre zone, présentant une largeur comprise entre 75 mm et 300 mm, et une longueur comprise entre 200 mm et 600 mm. Les rayons de courbure minimaux spécifiés pour le câble et le ou les tubes de protection doivent être respectés.

L'enceinte climatique doit être conforme à la méthode F1.

17.4 Mode opératoire

- a) Le cas échéant, suivre les instructions du fabricant du câble pour la préparation du câble.
- b) Dénuder le câble afin d'exposer le ou les tubes de protection. Retirer les gaines de câble et couper le cas échéant les éléments porteurs de renforcement.
- c) Dénuder/préparer les extrémités de câble.
- d) Installer le câble avec les tubes de protection exposés sur le montage générique (par exemple un panier, voir 16.3) ou dans le boîtier, selon ce qui est spécifié, et les installer dans l'enceinte climatique. Si des boîtiers ou des dispositifs similaires sont utilisés, déposer les couvercles, dômes ou capots. Les tubes de protection doivent être enroulés librement. Les tubes doivent être redressés lors de l'enroulement et ne doivent pas rester toronnés.
- e) Mesurer l'affaiblissement des fibres spécifiées.
- f) Soumettre le câble et le montage au mode opératoire de la méthode F1, avec les exceptions suivantes.
 - i) La plage de températures doit être conforme à la spécification particulière. La plage de températures par défaut est de -40 °C à $+70\text{ °C}$.
 - ii) Utiliser les durées d'exposition suivantes: la durée t_1 pour la première exposition à température haute doit être de 14 h; sauf indication contraire, les durées t_1 pour les paliers des autres cycles doivent être de 3 h.
 - iii) Effectuer au moins 2 cycles; le nombre maximal de cycles n'est pas spécifié dans le présent document.
- g) Mesurer l'affaiblissement des fibres spécifiées aux températures basse et haute du cycle final, puis à la température ambiante finale, conformément à la méthode F1. Calculer la variation de l'affaiblissement par rapport à la valeur initiale, comme indiqué dans la méthode F1.

17.5 Exigences

Sauf indication contraire, la variation maximale de l'affaiblissement pour les mesures sur des fibres unimodales avec une longueur d'onde de 1 550 nm est donnée dans la spécification particulière.

Les critères pour les fibres multimodales sont à l'étude.

17.6 Détails à spécifier

La spécification particulière doit indiquer les éléments suivants:

- type de câble et nombre de tubes traversants.

Les éléments suivants doivent être spécifiés, s'ils diffèrent des valeurs par défaut ci-dessus:

- longueur de câble avec tubes exposés;
- longueur de l'échantillon;
- écart par rapport à la taille de la boucle de stockage;
- plage de températures des cycles;
- nombre de cycles;
- durée(s) d'exposition.

Si un boîtier, une armoire de rue ou un dispositif similaire est soumis à essai, les détails complets sur l'appareillage et les critères d'essai doivent être spécifiés, selon ce qui a été convenu entre le client et le fabricant.

Annexe A (normative)

Rémanence des couleurs

Les couleurs utilisées dans les câbles à fibres optiques doivent être conformes à celles définies dans l'IEC 60304. D'autres couleurs peuvent être définies si nécessaire par une spécification annexe ou une spécification particulière.

La couleur des fibres, tubes, gaines ou autres organes doit être perceptible comme étant la couleur de destination, telle qu'elle a été définie lors de la fabrication. Pour tous les organes pour lesquels la couleur constitue un attribut significatif (par exemple des fibres ou tubes dont la couleur est nécessaire à leur identification), cette couleur doit rester perceptible comme étant la couleur de destination après un quelconque essai de vieillissement. Il n'est pas attendu que les couleurs soient identiques avant et après un vieillissement.

Bibliographie

IEC 60794-1-2, *Câbles à fibres optiques – Partie 1-2: Spécification générique – Table des références croisées relative aux procédures d'essais des câbles optiques*

IEC 60794-1-21, *Optical fibre cables – Part 1-21: Generic specification - Basic optical cable test procedures – Mechanical tests methods* (disponible en anglais seulement)

IEC 60794-1-22, *Câbles à fibres optiques – Partie 1-22: Spécification générique – Modes opératoires de base applicables aux essais des câbles optiques – Méthodes d'essais d'environnement*

IEC 60794-1-23, *Optical fibre cables – Part 1-23: Generic specification – Basic optical cable test procedures – Cable elements tests methods* (disponible en anglais seulement)

IEC 60794-1-24, *Câbles à fibres optiques – Partie 1-24: Spécification générique - Méthodes fondamentales d'essais applicables aux câbles optiques – Méthodes d'essais électriques*

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

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

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