

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60794-1-1:2015



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2015 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 1-1: Generic specification – General**

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

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 33.180.10

ISBN 978-2-8322-5280-2

**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

CONTENTS	2
FOREWORD	4
1 Scope	6
2 Normative references	6
3 Terms and definitions	7
4 Graphical symbols and abbreviations	12
5 Optical fibre cables	13
6 Materials	13
6.1 Optical fibre	13
6.1.1 General	13
6.1.2 Attenuation coefficient	13
6.1.3 Attenuation uniformity – Attenuation discontinuities	13
6.1.4 Cable cut-off wavelength	14
6.1.5 Fibre colouring	14
6.1.6 Polarization mode dispersion (PMD)	14
6.2 Electrical conductors	14
6.3 Other materials	14
6.4 Environmental requirements	14
7 Cable construction	14
7.1 General	14
7.2 Colour coding	15
7.2.1 Overview	15
7.2.2 Unit colour coding	15
7.2.3 Sheath colour coding	15
8 Measuring methods	15
8.1 General	15
8.2 Measuring methods for dimensions	15
8.3 Measuring methods for mechanical characteristics	16
8.4 Measuring methods for electrical characteristics	16
8.5 Measuring methods for transmission and optical characteristics	16
8.6 Measuring methods for environmental characteristics	17
8.7 Measuring methods for cable element characterisation	17
9 Related Technical Reports	17
Annex A (informative) Guidelines for specific defined applications and cabled fibre performance	18
A.1 General	18
A.2 Cabled fibre attenuation requirements	18
A.3 Cabled fibre bandwidth requirements	19
A.4 Type testing at 1 625 nm	20
Annex B (informative) Guidelines for qualification sampling	21
B.1 General	21
B.2 Fibre selection for cable testing	21
B.3 Pass/fail criteria	22
Bibliography	23

Table 1 – Measuring methods for dimensions	16
Table 2 – Measuring methods for electrical characteristics	16
Table 3 – Measuring methods for transmission and optical characteristics of cabled optical fibres	17
Table A.1 – Maximum cabled fibre attenuation coefficient (dB/km), as given by ITU-T	18
Table A.2 –Category A1 multimode fibre maximum cable attenuation coefficient (dB/km).....	19
Table A.3 – Single-mode maximum cable attenuation coefficient (dB/km)	19
Table A.4 – Category A1 multimode cabled fibre bandwidth (MHz·km).....	20
Table A.5 – Guidance values for 1 625 nm type test acceptance criteria	20

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60794-1-1:2015

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

OPTICAL FIBRE CABLES –

Part 1-1: Generic specification – General

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

This bilingual version (2018-01) corresponds to the monolingual English version, published in 2015-11.

This fourth edition cancels and replaces the third edition, published in 2011. This edition constitutes a technical revision.

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

- a) the expansion of the definitions, graphical symbols, terminology and abbreviations content, with the aim of making this standard the default and reference for all others in the IEC 60794-x series;

- b) the inclusion of updated and expanded optical fibre, attenuation and bandwidth sections, with the aim of making this standard the default and reference for all others in the IEC 60794-x series.

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

CDV	Report on voting
86A/1651/CDV	86A/1667/RVC

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

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

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.

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

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

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

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

OPTICAL FIBRE CABLES –**Part 1-1: Generic specification – General****1 Scope**

This part of IEC 60794 applies to optical fibre cables for use with communication equipment and devices employing similar techniques and to cables having a combination of both optical fibres and electrical conductors.

The object of this standard is to establish uniform generic requirements for the geometrical, transmission, material, mechanical, ageing (environmental exposure), climatic and electrical properties of optical fibre cables and cable elements, where appropriate.

2 Normative references

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

IEC 60189-1, *Low-frequency cables and wires with PVC insulation and PVC sheath – Part 1: General test and measuring methods*

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

IEC 60793-1-21, *Optical fibres Part 1-21: Measurement methods and test procedures – Coating geometry*

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

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

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

IEC 60793-1-48, *Optical fibres – Part 1-48: Measurement methods and test procedures – Polarization mode dispersion*

IEC 60793-2, *Optical fibres – Part 2: Product specifications – General*

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

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 60811-201, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 201: General tests – Measurement of insulation thickness*

IEC 60811-202, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 202: General tests – Measurement of thickness of non-metallic sheath*

IEC 60811-203, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 203: General tests – Measurement of overall dimensions*

IEC TR 61931, *Fibre optic – Terminology*

ISO 14001, *Environmental management systems – Requirements with guidance for use*

ISO 14064-1, *Greenhouse gases – Part 1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals*

3 Terms and definitions

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

3.1

no change in attenuation

acceptance criterion for attenuation measurement that includes an allowance for measurement uncertainty arising from measurement errors or calibration errors due to a lack of suitable reference standards

Note 1 to entry: For a practical interpretation, the following values shall be used:

a) no change in attenuation, single-mode (Class B): the total uncertainty of measurement shall be $\leq \pm 0,05$ dB for attenuation or $\leq \pm 0,05$ dB/km for attenuation coefficient. Any measured value within this range shall be considered as “no change in attenuation”

The requirement for these parameters is indicated as “No change ($\leq \pm 0,05$ dB or $\leq \pm 0,05$ dB/km)”.

By agreement between customer and supplier, minor deviation from this limit may be accepted at some low frequency, e.g. less than 10%. However for mechanical tests no deviation in excess of 0,15 dB shall be accepted. For environmental tests no deviation in excess of 0,10 dB/km shall be accepted.

b) no change in attenuation, multimode (Category A1): the total uncertainty of measurement shall be $\leq \pm 0,2$ dB for attenuation or $\leq \pm 0,2$ dB/km for attenuation coefficient

Any measured value within this range shall be considered as “no change in attenuation”.

The requirement for these parameters is indicated as “No change ($\leq \pm 0,2$ dB or $\leq \pm 0,2$ dB/km)”.

By agreement between customer and supplier, minor deviation from this limit may be accepted at some low frequency, e.g. less than 10%. However for mechanical tests no deviation in excess of 0,5 dB shall be accepted. For environmental tests no deviation in excess of 0,5 dB/km shall be accepted.

c) no change in attenuation, plastic optical fibre (Category A4): the total uncertainty of measurement for this standard shall be ≤ 2 % of maximum specified attenuation in IEC 60793-2-40 Annex A to G

Any measured value within this range shall be considered as “no change in attenuation”.

3.2

allowable change in attenuation

<during mechanical and environmental tests> change in attenuation that may be a value larger than the no change limits, depending on fibre category, single-mode or multimode, cable design and application

3.3

link design attenuation

LDA

statistical average attenuation value for a link of concatenated cables

3.4

no change in fibre strain

acceptance criterion for fibre strain measurement that includes an allowance for measurement uncertainty arising from measurement errors or calibration errors due to a lack of suitable reference standards

Note 1 to entry: For a practical interpretation, the total uncertainty of measurement shall be $\pm 0,05$ % strain. Any measured value within this range shall be considered as “no change in strain”.

3.5

allowable change in fibre strain

<during mechanical and environmental tests> level of strain that will not compromise fibre mechanical reliability for some of the parameters specified

Note 1 to entry: For 1 % proof-tested fibres, the fibre strain under long term tensile load (T_L) shall not exceed 20 % of this fibre proof strain (equal to absolute 0,2 % strain) and there shall be no change in attenuation during the test

Under short term tensile load (T_S) the fibre strain shall not exceed 60 % of the fibre proof strain and the attenuation change during test shall be measured and recorded.

Other criteria may be agreed between the customer and the supplier.

For fibres proof tested at higher levels the safe long-term load will not scale linearly with proof strain, so a lower percentage of the proof strain is applicable. For greater than 1 % up to 2 % proof-tested fibres, the strain at T_L shall be limited to 17 % of the proof-test strain (equal to absolute 0,34 % strain for 2 % proof tested fibres).

3.6

cable load definitions (non-aerial applications)

3.6.1

long term load

T_L

acceptable amount of long term load which the cable may experience during operation (i.e. after installation is completed)

Note 1 to entry: Long term load may be due to residual loading from the installation process and/or environmental effect. This is the rated maximum load for which a cable is subject to in long term tests.

3.6.2

short term load

T_S

T_M

acceptable amount of short-term load that can be applied to a cable without permanent degradation of the characteristics of the fibres, cable elements or sheath

Note 1 to entry: Short term load is often called rated installation load.

3.7

cable load definitions and tensile testing terminology (self-supporting aerial applications)

3.7.1**maximum allowable tension****MAT**

maximum tensile load that may be applied to the cable without detriment to the performance requirements (e.g. attenuation, fibre reliability) due to fibre strain

Note 1 to entry: Due to installation codes the MAT value is sometimes restricted to be less than 60 % of the breaking tension of the cable.

3.7.2**strain margin**

value of cable elongation at the onset of fibre strain

Note 1 to entry: Strain margin may also be expressed as cable load (N) at the onset of fibre strain.

3.7.3**breaking tension**

tensile load that will produce physical rupture of the cable

Note 1 to entry: The breaking tension may be calculated, provided that the design model has been validated.

3.7.4**maximum installation tension****MIT**

maximum recommended stringing tension during installation

3.7.5**rated tensile strength****RTS**

summation of the product of nominal cross-sectional area, nominal tensile strength and stranding factor for each load bearing material in the cable construction

Note 1 to entry: See IEC 60794-4:2003, Annex A for details of the recommended method to calculate breaking tension of OPGW.

3.7.6**creep**

tendency of a solid material to slowly move or deform permanently under the influence of stress

Note 1 to entry: The information derived from creep testing may be used in the sag-tension calculations during the design layout of aerial optical cables used along electrical power lines.

3.8**cable section**

individual reel of cable, as produced

3.9**fittings**

hardware used for stringing and clipping of aerial cables to the structures (e.g. towers, poles) at the end of the installation procedure

Note 1 to entry: Suspension, dead end, vibration damper and bonding clamps hardware are designed for a specific size and/or type of aerial cable.

3.10**cable element**

component of a cable designed to house and protect the optical fibres

Note 1 to entry: Changed from "fibre optic unit" in IEC 60794-4-10 to "cable element" to be consistent with IEC 60794-1-23 and also to avoid confusion with IEC 60794-5-20.

3.11 **polarization mode dispersion (PMD) terms**

3.11.1 **differential group delay** **DGD**

relative time delay between the two fundamental polarization modes (principal states of polarization) at the end of an optical fibre cable, at a particular time and wavelength

Note 1 to entry: Differential group delay is expressed in ps.

3.11.2 **polarization mode dispersion (PMD) value** average of DGD values across wavelengths

Note 1 to entry: The polarization mode dispersion value is expressed in ps.

3.11.3 **polarization mode dispersion (PMD) coefficient** PMD value of an optical fibre cable divided by the square root sum of its length (km)

Note 1 to entry: The polarization mode dispersion coefficient is expressed in ps/√km.

3.11.4 **link** length of cable composed of a number of individual cable sections

Note 1 to entry: Link PMD values are generally calculated according to the formulae given in IEC TR 61282-3:2006 but may be measured.

3.12 **recovery time** time allowed for any of the tests before performing the after test measurement

Note 1 to entry: For a practical interpretation, this is typically 5 minutes minimum.

3.13 **Ruggedized cable** cable having enhanced mechanical performances

3.14 **terminated cable assembly** length of cable provisioned with a connector at each end

Note 1 to entry: The following synonyms are used in ISO/IEC 11801: patch cords, work area cords and equipment cords.

3.15 **aerial cable types**

3.15.1 **all dielectric self-supporting** **ADSS**

cable that is capable to endure aerial installation and provide long term service, without any external tensile support

3.15.2**optical attached cable****OPAC**

dielectric cable that is not self-supported, but attached to an electrical earth wire or phase conductor, using one of the following attachment methods: wrapped, lashed or preform attached

3.15.3**wrapped**

lightweight flexible non-metallic (“wrap”) cable that can be wrapped helically around either the earth wire or the phase conductor using special machinery

3.15.4**lashed**

non-metallic cables that are installed longitudinally alongside the earth wire, the phase conductor or on a separate support cable (on a pole route) and are held in position with a binder or adhesive cord

3.15.5**preform/spiral attached**

cable similar to the lashed cables but attached with the use of special preformed spiral attachment clips

3.15.6**optical ground wire****OPGW**

metallic optical cable that has the dual performance functions of a conventional ground wire with telecommunication capabilities

3.16**composite cable**

optical fibre cable containing more than one fibre category

3.17**hybrid cable**

cable that contains more than one media type, including but not limited to optical fibres and/or twisted pair/quad cables and/or coaxial cables

3.18**rounding error**

rule of “rounding half away from zero” when the results recorded display more than the significant number of digits required in the acceptance criteria

EXAMPLE 1: Against a requirement of 0,22 dB/km maximum attenuation, values up to 0,224 dB/km conform, whilst values of 0,225 dB/km and above are failures.

EXAMPLE 2: Against a requirement of $\pm 0,05$ dB, values between -0,054 and +0,054 are deemed acceptable.

3.19**maximum allowable ovality**

largest permissible ovality of the optical unit or its component calculated as: $(d1 - d2) / (d1 + d2)$ in % where:

$d1$ is the maximum measured diameter of the cable or the component;

$d2$ is the minimum diameter of the cable or the component at the same cross-section as $d1$.

3.20

breakout cable

cable consisting of subunits which may be separate fibre optical cables surrounded by a sheath of suitable material

Note 1 to entry: In the application this outer sheath of the breakout cable can be removed over a certain length and the subunits can be used as separate fibre optic cables.

4 Graphical symbols and abbreviations

For the purposes of this document, the abbreviations given in IEC TR 61931 as well as the following apply

ADSS	all dielectric self-supporting
APL	aluminium/polyethylene laminate
ΔD	minimum wall thickness of a microduct
$\Delta D'$	minimum thickness of the outer sheath of a protected microduct
D	nominal outer diameter of a microduct cable
d	nominal outer diameter of a cable (including microduct fibre units)
dc	nominal outer diameter of a conduit or subduct
DS	detail specification
ID	nominal inner diameter of a microduct
I/O-port	input/output port for launching OF cables into and out of a pipe
λ_{CC}	cable cut-off wavelength
$\lambda_{\text{operational}}$	operational wavelength
LDA	link design attenuation (tbd)
m	mass of 1 km of cable (in the context of tensile testing)
MAOC	maximum allowable ovality of cable
MAT	maximum allowable tension
MIT	maximum installation tension
$n \times d$	The product of a variable and the cable outer diameter used for determining appropriate sizes for bends, mandrels, etc.
$n \times OD$	The product of a variable and the outer diameter of a microduct used for determining appropriate sizes for bends, mandrels, etc.
$n \times OD'$	The product of a variable and the outer diameter of a protected microduct used for determining appropriate sizes for bends, mandrels, etc.
OD	nominal outer diameter of a microduct
OD'	nominal outer diameter of a protected microduct
OPAC	optical attached cable (or optical power attached cable)
OPGW	optical ground wire
PE	polyethylene
RTS	rated tensile strength
SPL	steel/polyethylene laminate
SZ	technique in which the lay reverses direction periodically
t_1	temperature cycling dwell time
T_{A1}	temperature cycling test low-temperature limit according to IEC 60794-1-22, Method F1

T_{A2}	temperature cycling test secondary low-temperature limit according to IEC 60794-1-22, Method F1
T_{B1}	temperature cycling test high-temperature limit according to IEC 60794-1-22, Method F1
T_{B2}	temperature cycling test secondary high-temperature limit according to IEC 60794-1-22, Method F1
T_L	long term load
T_S	short term load
W	weight of 1 km of cable, microduct fibre unit or any form of ducting, as applicable

5 Optical fibre cables

Optical fibre cables, containing optical fibres and possibly electrical conductors, consist of the following types:

- indoor cables;
- patch cords;
- premises cabling;
- cables for installation in ducts and lashed aerial cables;
- cables for direct burial;
- cables for installation in tunnels;
- aerial cables;
- drop cables;
- underwater cables for lakes, river crossings and coastal applications;
- microduct cabling;
- cables for utility rights of way such as sewers, gas pipes and water pipes;
- overhead cables (power lines);
- optical cables for rapid/multiple deployment;
- other optical fibre cable types not listed above.

6 Materials

6.1 Optical fibre

6.1.1 General

Optical fibres shall meet the requirements of IEC 60793-2. Annex A gives guidance on application performance standards.

6.1.2 Attenuation coefficient

The maximum cabled fibre attenuation coefficient shall conform to Annex A. Particular values may be agreed between the customer and supplier.

The attenuation coefficient shall be measured in accordance with IEC 60793-1-40.

6.1.3 Attenuation uniformity – Attenuation discontinuities

The local attenuation shall not have point discontinuities in excess of 0,10 dB for single-mode fibre and 0,20 dB for multimode fibre, when measured in accordance with IEC 60793-1-40.

6.1.4 Cable cut-off wavelength

For single-mode fibre, the cable cut-off wavelength λ_{cc} shall be less than the operational wavelength, when measured in accordance with IEC 60793-1-44.

Unless otherwise stated, this shall be:

- a) $\lambda_{cc} \leq 1\,260$ nm for fibre categories B1.1, B1.3 and B6;
- b) $\lambda_{cc} \leq 1\,270$ nm for fibre category B2;
- c) $\lambda_{cc} \leq 1\,450$ nm for fibre categories B4 and B5;
- d) $\lambda_{cc} \leq 1\,530$ nm for fibre category B1.2.

6.1.5 Fibre colouring

If the primary coated fibres are coloured for identification, the coloured coating shall be readily identifiable throughout the lifetime of the cable and shall be a reasonable match to IEC 60304. Refer to 7.2 for the specification of fibre colour coding.

6.1.6 Polarization mode dispersion (PMD)

Cabled single-mode fibre PMD shall be characterized on a statistical basis, not on an individual fibre basis, as described in IEC TR 61282-3. Measurements on individual cabled fibres shall be performed in accordance with IEC 60793-1-48. Measurements on uncabled fibre can be used to generate cabled fibre statistics when the design and processes are stable and the relationship between the PMD coefficients of uncabled and cabled fibre are known.

The manufacturer shall supply a PMD link design value, PMD_Q , that serves as a statistical upper bound PMD coefficient of the concatenated optical fibre cables within a possible optical link. Unless otherwise specified in the detail specification, the PMD_Q value shall be less than $0,5 \text{ ps}/\sqrt{\text{km}}$ with a probability of 10^{-4} that this value be exceeded for a numerical concatenation of at least 20 cables.

6.2 Electrical conductors

The characteristics of any electrical conductors shall be in accordance with the relevant IEC standards.

6.3 Other materials

Material used in the construction of optical fibre cables shall be compatible with the physical and optical properties of the fibres and shall be in accordance with the relevant IEC standards.

6.4 Environmental requirements

When requested, information shall be provided on the overall environmental impact of the cable and cable material. This information should include manufacturing, cable handling and environmental impact during the lifetime of the cable. Examples of relevant information are the minimisation or replacement of harmful materials and improvements in waste disposal. Relevant standards include ISO 14001 and ISO 14064-1.

7 Cable construction

7.1 General

The construction, dimensions, weight, mechanical, optical, electrical and climatic properties of each type of optical fibre cable shall be as stated in the relevant specification.

7.2 Colour coding

7.2.1 Overview

Coding is essential to uniquely identify each fibre in a cable. Coding of fibres almost universally involves colouring of the fibre coating or buffer (see 6.1.5). The coding scheme employed will usually require inclusion of coding of fibre, subunits, and units within the cable.

Coding schemes shall be agreed between manufacturer and customer. The specific scheme is often the subject of regional norms. IEC 60304 identifies the colours to be used in fibre colouring, but does not address the coding.

Sheath colour coding may be used for a variety of purposes, and is most commonly used in indoor cables. Such sheath coding is used to identify the categories of fibre in the cable or the application of the cable, amongst a number of other possibilities.

Unless otherwise specified, fibres shall be uniquely identified by a scheme agreed between manufacturer and customer.

As per 6.1.5, colours shall be a reasonable match to IEC 60304. Other colours or schemes may be used, as agreed.

7.2.2 Unit colour coding

If required as a part of the unique fibre identification scheme, units shall be uniquely identified.

If colours are used, they shall be a reasonable match to IEC 60304. If other methods, such as a print string, positional identification, threads, etc. are used, they shall conform to the intent of the identification scheme.

7.2.3 Sheath colour coding

Sheath colour coding, if used, shall be as agreed between manufacturer and customer.

8 Measuring methods

8.1 General

Not all tests are applicable to all cables.

Intrinsic characteristics of optical fibres are not normally measured by cable manufacturers. The relevant values are provided by optical fibre manufacturers, available as unitary or statistical values. For practical reasons, the core diameter of single-mode fibres is not specified. Mode field diameter is the relevant specification parameter.

Test results shall follow the rule of “rounding half away from zero”, when the results recorded display more than the significant number of digits required in the acceptance criteria (see 3.18).

Guidance on selecting fibres for testing is given in Annex B.

8.2 Measuring methods for dimensions

The dimensions of the optical fibres, electrical conductors and cables shall be determined by subjecting samples to tests selected from Table 1. The tests applied, acceptance criteria and number of samples shall be as specified in the relevant specification.

Table 1 – Measuring methods for dimensions

Test method	Test	Characteristics covered by test method
IEC 60793-1-21	Coating geometry measurement	Diameter of primary coating Diameter of coloured fibre Diameter of secondary or “buffer” coating Non-circularities of secondary or “buffer” coating Primary coating-cladding concentricity error
IEC 60793-1-22 Method A	Delay of transmitted and/or reflected pulse	Length of fibre
IEC 60793-1-22 Method B	Backscattering technique	Length of fibre
IEC 60189-1	Mechanical	Diameter of electrical conductor
IEC 60811-201 IEC 60811-202 IEC 60811-203	Mechanical	Thickness of insulation – electrical conductors Thickness of sheaths Overall dimensions

8.3 Measuring methods for mechanical characteristics

The mechanical characteristics of optical fibre cables shall be verified by subjecting samples to tests selected from IEC 60794-1-21. The acceptance criteria shall be as specified in the relevant specification.

8.4 Measuring methods for electrical characteristics

When electrical conductors or other metallic elements are incorporated in an optical fibre cable, verification of various electrical characteristics may be necessary. Typical tests are shown in Table 2, in addition to those given in IEC 60794-1-24. The tests applied and the acceptance criteria shall be as laid down in the relevant specification.

Table 2 – Measuring methods for electrical characteristics

Test method	Test	Characteristics covered by test method
IEC 60189-1	Conductor resistance	Characteristics of insulated electrical conductors
	Dielectric strength of insulation Insulation resistance	The insulation properties of conductors within optical fibre cables are normally just specified for the incoming material, pre-cabling.

For cables installed along overhead power lines, specialised tests are given in IEC 60794-1-24 (Method H1: Short circuit test and Method H2: Lightning test method) and in IEC 60794-4-20:2012, Annex C (Electrical test (tracking)).

8.5 Measuring methods for transmission and optical characteristics

The transmission and optical characteristics of optical fibre in cables shall be verified by carrying out selected tests from those shown in Table 3. The tests applied and acceptance criteria shall be as specified in the relevant specification.

Table 3 – Measuring methods for transmission and optical characteristics of cabled optical fibres

Test method	Test	Characteristics covered by the test method
Test methods for multimode and single-mode fibre cables		
IEC 60793-1-40 method B	Insertion loss technique	Attenuation
IEC 60793-1-40 method C	Backscattering technique	Attenuation
IEC 60793-1-40 method C	Backscattering technique	Point defects
IEC 60793-1-46 method A IEC 60793-1-46 method B	Transmitted power monitoring Backscattering monitoring	Change of optical transmittance during mechanical and environmental tests
Test methods for single-mode fibres		
IEC 60793-1-48	Polarization mode dispersion	Polarization mode dispersion

NOTE Bandwidth, chromatic dispersion and cable cut-off wavelength are not measured on cabled optical fibre.

8.6 Measuring methods for environmental characteristics

The environmental characteristics of optical fibre cables shall be verified by subjecting samples to tests selected from IEC 60794-1-22. The tests applied and acceptance criteria shall be as specified in the relevant specification.

8.7 Measuring methods for cable element characterisation

Tests to characterise the different types of cable elements for handling purposes are given in IEC 60794-1-23.

9 Related Technical Reports

Guidance to assist the user and installer with regard to the general aspects of the installation of optical fibre cables is covered by IEC TR 62691 [2]¹.

IEC TR 62222 [1] gives guidance on tests for assessing the fire performance of communication cables installed in buildings.

IEC TR 62362 [4] gives guidance on the selection of optical fibre cable specifications relative to mechanical, ingress, climatic or electromagnetic characteristics, as classified in ISO/IEC 24702 [9].

An evaluation of hydrogen induced effects within optical fibre cables is relevant for certain specialised designs, such as those for lakes, rivers, coastal and OPGW applications and those containing metallic tubes. More details on when detailed consideration may be warranted are given in IEC TR 62690 [3].

Guidelines on considerations that should be taken into account when testing optical fibres which are exposed to nuclear radiation are given in IEC TR 62283 [5].

Guidelines on considerations that should be taken into account when planning to connect different types of singlemode fibre are given in IEC/TR 62000 [6].

Guidance on techniques for the measurement of the coefficient of friction between cables and ducts is given in IEC TR 62470 [7].

¹ Numbers in square brackets refer to the Bibliography.

Annex A (informative)

Guidelines for specific defined applications and cabled fibre performance

A.1 General

The fibre category should be agreed between customer and supplier.

Applications of optical fibre cables are defined by many different standards organisations including IEC, ISO, IEEE and ITU.

A.2 Cabled fibre attenuation requirements

Cabled fibre attenuation requirements are given in Table A.1, Table A.2 and Table A.3.

Table A.1 – Maximum cabled fibre attenuation coefficient (dB/km), as given by ITU-T

Fibre category	Maximum attenuation coefficient (dB/km) at wavelengths (nm)			
	1 310 nm	1 383 nm	1 550 nm	1 625 nm
IEC 60793-2-50, B1.1 (dispersion unshifted) – ITU-T G.652.A	0,5	n/a	0,4	n/a
IEC 60793-2-50, B1.1 (dispersion unshifted) – ITU-T G.652.B	0,4	n/a	0,35	0,4
IEC 60793-2-50, B1.2 (cut-off shifted) – ITU-T G.654.A/B/C	n/a	n/a	0,22	n/a
IEC 60793-2-50, B1.3 (extended band) – ITU-T G.652.C	0,4	0,4 (1 310 to 1 625)	0,3	0,4
IEC 60793-2-50, B1.3 (extended band) – ITU-T G.652.D	0,4	0,4 (1 310 to 1 625)	0,3	0,4
IEC 60793-2-50, B2 (dispersion shifted) – ITU-T G.653.C/D	n/a	n/a	0,35	n/a
IEC 60793-2-50, B4 (non-zero dispersion shifted) – ITU-T G.655.C/D/E	n/a	n/a	0,35	0,4
IEC 60793-2-50, B5 (wideband non-zero dispersion shifted) – ITU-T G.656	n/a	0,4 (1 460)	0,35	0,4
IEC 60793-2-50, B6_a1, B6_a2 (bending loss insensitive) – ITU-T G.657.A1/A2	0,4	0,4 (1 310 to 1 625)	0,3	0,4
IEC 60793-2-50, B6_b2, B6_b3 (bending loss insensitive) – ITU-T G.657.B2/B3	0,5	0,4	0,3	0,4
n/a = not applicable				

These values are more applicable to cables in the IEC 60794-3 [10] and IEC 60794-4 series, where used for long system applications (as defined by ITU-T). The introduction of link design attenuation (LDA) values is under consideration for certain fibre category. Different attenuation values may be agreed between the customer and the supplier for certain cable constructions.

1 625 nm attenuation values are optionally specified by the customer.

A list of applications supported by A1 multimode optical fibre for multimode optical cables can be found in IEC 60793-2-10.

ISO/IEC 11801 provides information on applications for single-mode and multimode optical cables. It has simplified the requirements for cable attenuation by defining performance categories of cabled optical fibre. The categories can then be used in channels, defined by distance, which support applications.

Table A.2 –Category A1 multimode fibre maximum cable attenuation coefficient (dB/km)

Fibre category	Attenuation coefficient at 850 nm	Attenuation coefficient at 1 300 nm	Performance category
IEC 60793-2-10, A1a.1 category	3,5	1,5	OM1, OM2
IEC 60793-2-10, A1a.2 category	3,5	1,5	OM3
IEC 60793-2-10, A1a.3 category	3,5	1,5	OM4
IEC 60793-2-10, A1b category	3,5	1,5	OM1, OM2

Table A.3 – Single-mode maximum cable attenuation coefficient (dB/km)

Fibre category	Wavelength (nm)	Maximum attenuation coefficient	Performance category
IEC 60793-2-50, B1.1, B1.3, or B6_a	1 310, 1 550	1,0	OS1 ^a
IEC 60793-2-50, B1.3, or B6_a	1 310, 1 383, 1 550	0,4	OS2
^a For OS1, the maximum attenuation of 1,0 dB is specified at 1 310 nm and 1 550 nm			

A.3 Cabled fibre bandwidth requirements

There are no bandwidth requirements on single-mode fibre.

For cables containing multimode fibres, the fibre should be specified at one of the performance levels defined in Table A.4 in terms of minimum bandwidth (MHz·km), wavelength, and type of measurement. The value for bandwidth is normally as given by the fibre supplier, rather than measured on cabled fibre.

The fibre category and performance level should be agreed between customer and supplier.

Table A.4 – Category A1 multimode cabled fibre bandwidth (MHz·km)

Fibre category	Nominal core diameter (µm)	Overfilled bandwidth at 850 nm	Overfilled bandwidth at 1300 nm	Effective modal bandwidth at 850 nm	Performance category
IEC 60793-2-10, A1a.1 category	50	200	500	n/a	OM1
IEC 60793-2-10, A1a.1 category	50	500	500	n/a	OM2
IEC 60793-2-10, A1a.2 category	50	1 500	500	2 000	OM3
IEC 60793-2-10, A1a.3 category	50	3 500	500	4 700	OM4
IEC 60793-2-10, A1b category	62,5	200	500	n/a	OM1
IEC 60793-2-10, A1b category	62,5	500	500	n/a	OM2
n/a = not applicable					

A.4 Type testing at 1 625 nm

When specifically requested by the customer specification, cables that are intended for use in systems operating in the L-Band (1 565 nm to 1 625 nm) may be tested at 1 625 nm. Table A.5 below gives some guidance on possible pass/fail criteria. Actual requirements should be established by agreement between the customer and supplier, based on the particular cable application.

Table A.5 – Guidance values for 1 625 nm type test acceptance criteria

Test	Wavelength (nm)	Acceptance criteria ^{a,b}	
Attenuation – Point discontinuities	1 625	0,2 dB	
Temperature cycling	1 625	0,3 dB/km	
All other tests in the IEC 60794-1-2x series	1 625	0,3 dB	
^a Results at 1 625 nm may be used to demonstrate compliance at 1 550 nm, using 1 550 nm acceptance criteria. ^b Results at 1 550 nm shall not be used to demonstrate compliance at 1 625 nm.			

Annex B (informative)

Guidelines for qualification sampling

B.1 General

Typically, a wide range of fibre counts can be accommodated by a small range of generic optical fibre cables. For example, considering loose tube designs with 12 fibres per tube, a 6 element cable could be produced in 12, 24, 36, 48, 60 or 72 fibre versions just by varying the number of tubes and dummy filler elements, within the same basic design. Similarly, cables with 6, 8, 12 and 24 elements could provide options for 12 cables covering from 12 to 288 fibres, within just 4 generic cable designs. This concept can be applied to different fibre counts. For qualification purposes, it should only be necessary to test a subset of the fibre counts and element counts that represent the product range (e.g. the smallest and the largest element count designs). In the previous example, it could be considered appropriate to test just one 6 element design and one 24 element design in order to prove a manufacturer's design and manufacturing capability.

This philosophy can equally be applied to other designs of optical cable such as central tube cable designs or buffered optical fibre cable designs. For example, the smallest and the largest fibre count designs could be tested.

B.2 Fibre selection for cable testing

The cable being tested may contain a full complement of working fibres or may contain working and dummy/scrap fibres. The tested fibres should be dispersed throughout the working units. For cables with multiple tube designs, non-working tubes or filler rods may be deployed but they should be used in such a manner that they do not affect the performance of the test. The manufacturer should position the working units within a cable such that they will be subjected to the full force of the test.

Stranded loose tube cable designs with more than one active tube should be tested as follows:

In a single layer cable design at least one fibre from a minimum of 2 tubes should be tested. In a multi-layer design at least one fibre from a minimum of 2 tubes of each layer should be tested. The selected tubes should not be located next to each other and should be fully populated with fibre although some may be scrap/dummy fibres.

Ribbon cables with a layered ribbon structure should contain working fibres in the first, last, and central ribbon position. The working fibre being tested should be located at both edges and in the middle of each of these ribbons.

If agreed by customer and supplier, optical fibres within a tube may be spliced to each other, for example, in cases where a test requires that no fibres should break. This is a convenient way to check all fibres under test.

When a change in the design occurs, then only the tests that are affected by the design change need to be performed.

B.3 Pass/fail criteria

The acceptance criteria will depend on the application, but would typically include no fibre break or a combination of “no change” (see Clause 3) and permissible change in performance. These differences arise due to varying requirements before, during and after a test, as given in the relevant specification.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60794-1-1:2015

Bibliography

- [1] IEC TR 62222, *Fire performance of communication cables installed in buildings*
- [2] IEC TR 62691, *Guide to the installation of optical fibre cables*
- [3] IEC TR 62690, *Hydrogen effects in optical fibre cables – Guidelines*
- [4] IEC TR 62362, *Selection of optical fibre cable specifications relative to mechanical, ingress, climatic or electromagnetic characteristics – Guidance*
- [5] IEC TR 62283, *Optical fibres – Guidance for nuclear radiation tests*
- [6] IEC TR 62000, *Guidance for combining different single-mode fibres types*
- [7] IEC TR 62470, *Guidance on techniques for the measurement of the coefficient of friction (COF) between cables and ducts*
- [8] ISO/IEC 11801, *Information technology – Generic cabling for customer premises*
- [9] ISO/IEC 24702, *Information technology – Generic cabling – Industrial premises*
- [10] IEC 60794-3, *Optical fibre cables – Part 3: Outdoor cables – Sectional specification*

Non-numbered references

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

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

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

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

IEC 60794-4:2003, *Optical fibre cables – Part 4: Sectional specification – Aerial optical cables along electrical power lines*

IEC 60794-4-20:2012, *Optical fibre cables – Part 4-20: Aerial optical cables along electrical power lines – Family specification for ADSS (All Dielectric Self Supported) optical cables*

IEC 60794-4 (all parts), *Optical fibre cables – Part 4*

IEC TR 61282-3, *Fibre optic communication system design guides – Part 3: Calculation of link polarization mode dispersion*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	26
1 Domaine d'application	28
2 Références normatives	28
3 Termes et définitions	29
4 Symboles graphiques et abréviations	34
5 Câbles à fibres optiques	35
6 Matériaux	36
6.1 Fibres optiques	36
6.1.1 Généralités	36
6.1.2 Affaiblissement linéique	36
6.1.3 Uniformité d'affaiblissement – Discontinuité d'affaiblissement	36
6.1.4 Longueur d'onde de coupure des câbles	36
6.1.5 Coloration des fibres	36
6.1.6 Dispersion du mode de polarisation (PMD)	37
6.2 Conducteurs électriques	37
6.3 Autres matériaux	37
6.4 Exigences d'environnement	37
7 Construction des câbles	37
7.1 Généralités	37
7.2 Repérage par couleurs	37
7.2.1 Vue d'ensemble	37
7.2.2 Repérage par couleurs d'unités	38
7.2.3 Repérage par couleurs des gaines	38
8 Méthodes de mesure	38
8.1 Généralités	38
8.2 Méthodes de mesure des dimensions	38
8.3 Méthodes de mesure des caractéristiques mécaniques	39
8.4 Méthodes de mesure des caractéristiques électriques	39
8.5 Méthodes de mesure des caractéristiques optiques et de transmission	40
8.6 Méthodes de mesure des caractéristiques environnementales	40
8.7 Méthodes de mesure relatives à la caractérisation des éléments de câble	40
9 Rapports techniques connexes	40
Annexe A (informative) Lignes directrices relatives aux applications spécifiques définies et aux performances des fibres câblées	42
A.1 Généralités	42
A.2 Exigences relatives à l'affaiblissement des fibres câblées	42
A.3 Exigences relatives à l'affaiblissement des fibres câblées	43
A.4 Essais de type à 1 625 nm	44
Annexe B (informative) Lignes directrices pour la constitution de l'échantillonnage de qualification	45
B.1 Généralités	45
B.2 Choix de fibre pour les essais des câbles	45
B.3 Critères d'acceptation/de rejet	46
Bibliographie	47
Tableau 1 – Méthodes de mesure des dimensions	39

Tableau 2 – Méthodes de mesure des caractéristiques électriques	39
Tableau 3 – Méthodes de mesure des caractéristiques optiques et de transmission des fibres optiques câblées	40
Tableau A.1 – Affaiblissement linéique maximal des fibres câblées (dB/km), selon l'UIT-T	42
Tableau A.2 – Affaiblissement linéique maximal d'un câble à fibres optiques multimodales de catégorie A1 (dB/km)	43
Tableau A.3 – Affaiblissement linéique maximal d'un câble à fibres optiques unimodales (dB/km)	43
Tableau A.4 – Largeur de bande de fibres optiques multimodales câblées de catégorie A1 (MHz·km)	44
Tableau A.5 – Lignes directrices relatives aux valeurs des critères d'acceptation des essais de type à 1 625 nm	44

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60794-1-1:2015

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CÂBLES À FIBRES OPTIQUES –

Partie 1-1: Spécification générique – Généralités

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

La présente version bilingue (2018-01) correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2015-11.

Cette quatrième édition annule et remplace la troisième édition parue en 2011. Cette édition constitue une révision technique.

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

- a) l'extension du contenu des définitions, des symboles graphiques, de la terminologie et des abréviations, dans le but de faire de la présente norme la norme par défaut, et la référence pour toutes les autres normes de la série IEC 60794-x;
- b) l'ajout de sections étendues et mises à jour sur la largeur de bande et l'affaiblissement des fibres optiques, dans le but de faire de la présente norme la norme par défaut, et la référence pour toutes les autres normes de la série IEC 60794-x.

Le texte anglais de cette norme est issu des documents 86A/1651/CDV et 86A/1667/RVC.

Le rapport de vote 86A/1667/RVC donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

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

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.

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

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

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

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.

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CÂBLES À FIBRES OPTIQUES –**Partie 1-1: Spécification générique – Généralités****1 Domaine d'application**

La présente partie de l'IEC 60794 s'applique aux câbles à fibres optiques destinés à être utilisés avec des équipements de communication et des dispositifs utilisant des techniques analogues, ainsi qu'aux câbles constitués de fibres optiques d'une part et de conducteurs électriques d'autre part.

Elle a pour objet d'établir des exigences génériques uniformes relatives aux caractéristiques géométriques, de transmission, de matériaux, mécaniques, de vieillissement (exposition à l'environnement), climatiques et électriques des câbles et des éléments de câbles à fibres optiques, le cas échéant.

2 Références normatives

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

IEC 60189-1, *Low-frequency cables and wires with PVC insulation and PVC sheath – Part 1: General test and measuring methods* (disponible en anglais seulement)

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

IEC 60793-1-21, *Fibres optiques – Partie 1-21: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Géométrie du revêtement*

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

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

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 60793-1-48, *Fibres optiques – Partie 1-48: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Dispersion du mode de polarisation*

IEC 60793-2, *Fibres optiques – Partie 2: Spécifications de produits – Généralités*

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

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

IEC 60794-1-22, *Optical fibre cables – Part 1-22: Generic specification – Basic optical cable test procedures – Environmental tests methods* (disponible en anglais seulement)

IEC 60811-201, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 201: Essais généraux – Mesure de l'épaisseur des enveloppes isolantes*

IEC 60811-202, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 202: Essais généraux – Mesure de l'épaisseur des gaines non métalliques*

IEC 60811-203, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 203: Essais généraux – Mesure des dimensions extérieures*

IEC TR 61931, *Fibres optiques – Terminologie*

ISO 14001, *Systèmes de management environnemental – Exigences et lignes directrices pour son utilisation*

ISO 14064-1, *Gaz à effet de serre – Partie 1: Spécifications et lignes directrices, au niveau des organismes, pour la quantification et la déclaration des émissions et des suppressions des gaz à effet de serre*

3 Termes et définitions

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

3.1

absence de variation de l'affaiblissement

critère d'acceptation pour la mesure de l'affaiblissement qui inclut une tolérance pour l'incertitude de mesure provenant des erreurs de mesure ou des erreurs d'étalonnage dues à un déficit en normes de référence adaptées

Note 1 à l'article: Pour une interprétation pratique, les valeurs suivantes doivent être utilisées:

a) absence de variation de l'affaiblissement, fibre unimodale (classe B): l'incertitude totale de mesure doit être $\leq \pm 0,05$ dB pour l'affaiblissement ou $\leq \pm 0,05$ dB/km pour l'affaiblissement linéique. Toute valeur mesurée dans cette plage doit être considérée comme représentant une «absence de variation d'affaiblissement»

Les exigences relatives à ces paramètres sont indiquées comme «Absence de variation ($\leq + 0,05$ dB ou $\leq + 0,05$ dB/km)».

Par accord entre le client et le fournisseur, un écart mineur par rapport à cette limite peut être accepté à une basse fréquence, par exemple moins de 10 %. Toutefois, pour les essais mécaniques, aucun écart supérieur à 0,15 dB ne doit être accepté. Pour les essais d'environnement, aucun écart supérieur à 0,10 dB/km ne doit être accepté.

b) absence de variation de l'affaiblissement, fibre multimodale (catégorie A1): l'incertitude totale de mesure doit être $\leq \pm 0,2$ dB pour l'affaiblissement ou $\leq \pm 0,2$ dB/km pour l'affaiblissement linéique

Toute valeur mesurée dans cette plage doit être considérée comme représentant une «absence de variation d'affaiblissement».

Les exigences relatives à ces paramètres sont indiquées comme «Absence de variation ($\leq + 0,2$ dB ou $\leq + 0,2$ dB/km)».

Par accord entre le client et le fournisseur, un écart mineur par rapport à cette limite peut être accepté à une basse fréquence, par exemple moins de 10 %. Toutefois, pour les essais mécaniques, aucun écart supérieur à 0,5 dB ne doit être accepté. Pour les essais d'environnement, aucun écart supérieur à 0,5 dB/km ne doit être accepté.

c) absence de variation de l'affaiblissement, fibre optique plastique (catégorie A4): l'incertitude totale de mesure pour la présente norme doit être ≤ 2 % de l'affaiblissement maximal spécifié dans l'IEC 60793-2-40, Annexes A à G

Toute valeur mesurée dans cette plage doit être considérée comme représentant une «absence de variation d'affaiblissement».

3.2

modification admissible de l'affaiblissement

<au cours des essais mécaniques et d'environnement> en fonction de la catégorie de fibre, de sa nature unimodale ou multimodale, de la conception du câble et de l'application, modification admissible qui peut être une valeur supérieure aux limites d'absence de variation

3.3

affaiblissement de conception de liaison

LDA

valeur d'affaiblissement moyen statistique pour une liaison de câbles concaténés

Note 1 à l'article: L'abréviation LDA est dérivée du terme anglais développé correspondant "link design attenuation".

3.4

absence de variation de l'allongement de la fibre

critère d'acceptation pour la mesure de l'allongement de la fibre qui inclut une tolérance pour l'incertitude de mesure provenant des erreurs de mesure ou des erreurs d'étalonnage dues à un déficit en normes de référence adaptées

Note 1 à l'article: Pour une interprétation pratique, l'incertitude totale de mesure doit être un allongement de $\pm 0,05$ %. Toute valeur mesurée dans cette plage doit être considérée comme représentant une «absence de variation d'allongement».

3.5

modification admissible de la déformation de la fibre

<au cours des essais mécaniques et d'environnement> pour certains des paramètres spécifiés, niveau de déformation qui ne compromet pas la fiabilité mécanique des fibres.

Note 1 à l'article: Pour 1 % des fibres soumises à essai d'épreuve, la déformation des fibres en condition de charge de traction à long terme (T_L) ne doit pas dépasser 20 % de la déformation d'épreuve de ces fibres (c'est-à-dire une déformation absolue de 0,2 %), et l'affaiblissement ne doit pas varier pendant l'essai

En condition de charge de traction à court terme (T_S), la déformation de la fibre ne doit pas dépasser 60 % de la déformation d'épreuve de la fibre, et la variation de l'affaiblissement pendant l'essai doit être mesurée et enregistrée.

D'autres critères peuvent faire l'objet d'un accord entre le client et le fournisseur.

Pour les fibres soumises à essai d'épreuve à des niveaux plus élevés, la charge de sécurité à long terme n'est pas linéairement proportionnelle à la déformation d'épreuve, ainsi un pourcentage de déformation d'épreuve plus faible est applicable. Pour 1 % et jusqu'à 2 % des fibres soumises à un essai d'épreuve, la déformation à la charge de traction à long terme (T_L) doit être limitée à 17 % de la déformation d'épreuve (c'est-à-dire une déformation absolue de 0,34 % pour 2 % des fibres soumises à essai d'épreuve).

3.6

définitions des charges sur les câbles (pour les applications non aériennes)

3.6.1

charge à long terme

T_L

quantité acceptable de charge à long terme que le câble peut subir en fonctionnement (c'est-à-dire une fois l'installation terminée)

Note 1 à l'article: La charge à long terme peut être due à la charge résiduelle issue du processus d'installation et/ou à un effet d'environnement. Il s'agit de la charge maximale assignée à laquelle est soumis un câble dans les essais à long terme.

3.6.2

charge à court terme

T_s

T_M

quantité acceptable de charge à court terme qui peut être appliquée à un câble sans dégradation permanente des caractéristiques des fibres, des éléments de câbles ou de la gaine

Note 1 à l'article: La charge à court terme est souvent appelée la charge d'installation assignée.

3.7

définitions des charges sur les câbles et terminologie d'essai de traction (applications aériennes autoporteuses)

3.7.1

tension maximale admissible

MAT

charge de traction maximale qui peut être appliquée au câble sans déroger aux exigences de performances (par exemple l'affaiblissement et la fiabilité de la fibre) en raison de la déformation des fibres

Note 1 à l'article: en raison des codes d'installation, la valeur de MAT est parfois limitée à moins de 60 % de la tension de rupture du câble.

Note 2 à l'article: L'abréviation MAT est dérivée du terme anglais développé correspondant "maximum allowable tension".

3.7.2

marge de déformation

valeur de déformation du câble au début de la déformation des fibres

Note 1 à l'article: La marge de déformation peut également s'exprimer comme la charge d'un câble (N) au début de la déformation des fibres.

3.7.3

tension de rupture

charge de traction qui entraîne une rupture physique du câble

Note 1 à l'article: La tension de rupture peut être calculée, à condition que le modèle de conception ait été validé.

3.7.4

tension d'installation maximale

MIT

tension de déroulage maximale recommandée pendant l'installation

Note 1 à l'article: L'abréviation MIT est dérivée du terme anglais développé correspondant "maximum installation tension".

3.7.5

charge de rupture assignée

RTS

somme du produit de la section nominale, de la résistance nominale à la traction et du facteur de torsadage pour chaque matériau subissant une traction dans la construction du câble

Note 1 à l'article: Se reporter à l'Annexe A de l'IEC 60794-4:2003 pour les informations détaillées sur la méthode recommandée pour le calcul de la tension de rupture d'un fil de terre optique.

Note 2 à l'article: L'abréviation RTS est dérivée du terme anglais développé correspondant "rated tensile strength".

3.7.6

fluage

tendance d'un matériau solide à se déplacer lentement ou se déformer de manière permanente sous l'influence d'une contrainte

Note 1 à l'article: Les informations dérivées de l'essai de fluage peuvent être utilisées dans les calculs de tension et de flèche lors de la conception des câbles optiques aériens utilisés le long des lignes électriques de puissance.

3.8

section de câble

enroulement individuel de câble, conforme à la production

3.9

accessoires

matériel utilisé pour le déroulage et la fixation de câbles aériens sur les structures (par exemple des tours et des poteaux) à la fin du mode opératoire d'installation

Note 1 à l'article: Les matériels de suspension, d'ancrage, d'amortissement des vibrations et de fixation sont conçus pour une taille et/ou un type spécifiques de câbles aériens.

3.10

élément de câble

composant d'un câble conçu pour héberger et protéger les fibres optiques

Note 1 à l'article: L'expression «unité de fibre optique» de l'IEC 60794-4-10 a été remplacée par «élément de câble» pour rester cohérent avec l'IEC 60794-1-23 et pour éviter toute confusion avec l'IEC 60794-5-20.

3.11

termes relatifs à la dispersion du mode de polarisation (PMD, polarization mode dispersion)

3.11.1

retard de groupe différentiel

DGD

retard relatif entre les deux modes de polarisation fondamentaux (principaux états de polarisation) à l'extrémité d'un câble à fibres optiques, à une longueur d'onde et un moment particuliers

Note 1 à l'article: Le retard de groupe différentiel est exprimé en ps.

Note 2 à l'article: L'abréviation «DGD» est dérivée du terme anglais développé correspondant «differential group delay».

3.11.2

valeur de dispersion du mode de polarisation (PMD)

moyenne des valeurs de DGD au travers des longueurs d'onde

Note 1 à l'article: la valeur de dispersion du mode de polarisation est exprimée en ps.

3.11.3

coefficient de dispersion du mode de polarisation (PMD)

valeur de PMD d'un câble à fibres optiques divisée par la somme des racines carrées de sa longueur (km)

Note 1 à l'article: Le coefficient de dispersion du mode de polarisation est exprimé en ps/√km.

3.11.4

lien

longueur de câble composée d'un nombre de sections de câbles individuels

Note 1 à l'article: Les valeurs de PMD des liens sont généralement calculées selon les formules données dans l'IEC TR 61282-3:2006, mais elles peuvent être mesurées.

3.12

temps de rétablissement

temps autorisé pour un essai avant l'exécution de la mesure consécutive à l'essai

Note 1 à l'article: Pour l'interprétation pratique, ce temps est typiquement de 5 minutes au minimum.

3.13

câble à fibres renforcé

câble présentant des performances mécaniques accrues

3.14

ensemble de câbles équipés

longueur de câble munie d'un connecteur à chaque extrémité

Note 1 à l'article: Les synonymes suivants sont utilisés dans l'ISO/IEC 11801: cordons de brassage, cordons de zone de travail et cordons d'équipements.

3.15

types de câbles aériens

3.15.1

autoporteur tout diélectrique

ADSS

câble capable de supporter une installation aérienne et de fonctionner longtemps sans support de traction externe

Note 1 à l'article: L'abréviation ADSS est dérivée du terme anglais développé correspondant "all dielectric self-supporting".

3.15.2

câble optique attaché

OPAC

câble diélectrique non autoporteur, mais fixé à un câble de terre électrique ou à un conducteur de phase en utilisant une des méthodes de fixation suivante: par enroulement, lacé ou attaché avec un dispositif préformé

Note 1 à l'article: L'abréviation OPAC est dérivée du terme anglais développé correspondant "optical attached cable".

3.15.3

par enroulement

câble non métallique souple de construction légère (enroulement) qui peut être enroulé de manière hélicoïdale autour du câble de terre ou du conducteur de phase en utilisant une machine spéciale

3.15.4

lacé

câbles non métalliques installés de manière longitudinale le long du câble de terre, du conducteur de phase ou sur un câble de support séparé (sur une ligne de poteaux) et qui sont maintenus en place au moyen d'un filin de fretage ou d'un cordon adhésif

3.15.5

attaché avec un dispositif préformé/avec une spirale

câble analogue aux câbles lacés mais fixé à l'aide de brides de fixation spéciales préformées en spirale

3.15.6

fil de terre optique

OPGW

câble optique métallique remplissant une double fonction de fil de terre classique avec des capacités de télécommunication

Note 1 à l'article: L'abréviation OPGW est dérivée du terme anglais développé correspondant "optical ground wire".

3.16

câble composite

câble à fibres optiques contenant plusieurs catégories de fibres

3.17

câble hybride

câble contenant plusieurs types de support, incluant, mais sans y être limité, des câbles à fibres optiques et/ou des câbles à paires torsadées/en étoile et/ou des câbles coaxiaux

3.18

erreur d'arrondi

règle de «l'arrondi à la $\frac{1}{2}$ valeur la plus proche autour de zéro», lorsque les résultats enregistrés affichent plus de chiffres significatifs que le nombre exigé dans les critères d'acceptation

EXEMPLE 1: Pour une exigence d'affaiblissement maximal de 0,22 dB/km, les valeurs jusqu'à 0,224 dB/km sont conformes, alors que les valeurs supérieures ou égales à 0,225 dB/km ne le sont pas.

EXEMPLE 2: Pour une exigence de $\pm 0,05$ dB, les valeurs comprises entre -0,054 et +0,054 sont considérées acceptables.

3.19

ovalité maximale admissible

plus grande ovalité admissible de l'unité optique ou de son composant calculée par la formule suivante: $(d1 - d2) / (d1 + d2)$, exprimée en %, où:

$d1$ est le diamètre maximal mesuré du câble ou du composant;

$d2$ est le diamètre minimal du câble ou du composant à la même section que $d1$.

3.20

câble breakout

câble composé de sous-unités de fibres pouvant être des câbles à fibres optiques indépendants, entourés d'une gaine externe constituée d'un matériau approprié

Note 1 à l'article: En conditions d'application, cette gaine externe du câble breakout peut être retirée sur une certaine longueur, permettant d'utiliser les sous-unités de fibres comme des câbles à fibres optiques indépendants.

4 Symboles graphiques et abréviations

Pour les besoins du présent document, les symboles graphiques et abréviations donnés dans l'IEC 61931 ainsi que les suivants s'appliquent.

ADSS	all dielectric self-supporting (autoporteur tout diélectrique)
APL	aluminium/polyethylene lamine
ΔD	épaisseur minimale des parois d'un microconduit
$\Delta D'$	épaisseur minimale de la gaine externe d'un microconduit protégé
D	diamètre extérieur nominal d'un câble en microconduit
d	diamètre extérieur nominal d'un câble (y compris les unités de fibres pour microconduits)
dc	diamètre extérieur nominal d'une conduite ou d'une sous-conduite

DS	detail specification (spécification particulière)
ID	inner diameter (diamètre intérieur nominal d'un microconduit)
Port E/S	port d'entrée/sortie pour l'injection et l'extraction de câbles à fibres optiques dans un tuyau
λ_{CC}	longueur d'onde de coupure des câbles
$\lambda_{operational}$	longueur d'onde opérationnelle
LDA	link design attenuation (affaiblissement de conception de lien) (à définir)
m	masse de 1 km de câble (dans le cadre des essais de traction)
MAOC	maximum allowable ovality of cable (ovalité maximale admissible du câble)
MAT	maximum allowable tension (tension maximale admissible)
MIT	maximum installation tension (tension d'installation maximale)
$n \times d$	produit d'une variable par le diamètre extérieur d'un câble, utilisé pour déterminer les tailles appropriées des courbures, des mandrins, etc.
$n \times OD$	produit d'une variable par le diamètre extérieur d'un microconduit, utilisé pour déterminer les tailles appropriées des courbures, des mandrins, etc.
$n \times OD'$	produit d'une variable par le diamètre extérieur d'un microconduit protégé, utilisé pour déterminer les tailles appropriées des courbures, des mandrins, etc.
OD	outer diameter (diamètre extérieur nominal d'un microconduit)
OD'	outer diameter (diamètre extérieur nominal d'un microconduit protégé)
OPAC	optical attached cable (câble optique attaché)
OPGW	optical ground wire (fil de terre optique)
PE	polyéthylène
RTS	rated tensile strength (charge de rupture assignée)
SPL	steel/polyéthylène laminate (acier/polyéthylène laminé)
SZ	technique dans laquelle le sens de câblage est inversé périodiquement
t_1	temps nécessaire à la stabilisation pour un cycle de température
T_{A1}	limite de température basse de l'essai de cycle de température selon l'IEC 60794-1-22, méthode F1
T_{A2}	limite de température basse secondaire de l'essai de cycle de température selon l'IEC 60794-1-22, méthode F1
T_{B1}	limite de température haute de l'essai de cycle de température selon l'IEC 60794-1-22, méthode F1
T_{B2}	limite de température haute secondaire de l'essai de cycle de température selon l'IEC 60794-1-22, méthode F1
T_L	charge à long terme
T_S	charge à court terme
W	poids de 1 km de câble, d'unité de fibre en microconduits ou de toute forme de conduit, selon le cas

5 Câbles à fibres optiques

Les câbles à fibres optiques, constitués de fibres optiques et éventuellement de conducteurs électriques, regroupent les types énumérés ci-dessous:

- câbles intérieurs;
- cordons de brassage;
- câbles pour le câblage des locaux;

- câbles pour installation dans des conduites et câbles aériens lacés;
- câbles pour enfouissement direct;
- câbles pour installation dans des galeries;
- câbles aériens;
- câbles de dérivation;
- câbles immergés pour traversées de lacs et de rivières, et pour applications côtières;
- câbles pour câblage en microconduits;
- câbles pour installation dans des conduites de service public comme les conduites d'égouts, de gaz et d'eau;
- câbles aériens (lignes de puissance);
- câbles optiques permettant un déploiement rapide/multiple;
- autres types de câbles à fibres optiques non répertoriés ci-dessus.

6 Matériaux

6.1 Fibres optiques

6.1.1 Généralités

Les fibres optiques doivent satisfaire aux exigences de l'IEC 60793-2. L'Annexe A donne des lignes directrices sur les performances normalisées dans les différentes applications.

6.1.2 Affaiblissement linéique

L'affaiblissement linéique maximal d'une fibre câblée doit être conforme à l'Annexe A. Des valeurs particulières peuvent faire l'objet d'un accord entre le client et le fournisseur.

L'affaiblissement linéique doit être mesuré conformément à l'IEC 60793-1-40.

6.1.3 Uniformité d'affaiblissement – Discontinuité d'affaiblissement

L'affaiblissement local ne doit présenter aucune discontinuité supérieure à 0,10 dB pour les fibres unimodales, et supérieure à 0,20 dB pour les fibres multimodales, lorsque l'affaiblissement est mesuré conformément à l'IEC 60793-1-40.

6.1.4 Longueur d'onde de coupure des câbles

Pour les fibres unimodales, la longueur d'onde de coupure du câble λ_{cc} doit être inférieure à la longueur d'onde de fonctionnement, lorsqu'elle est mesurée selon l'IEC 60793-1-44.

Sauf indication contraire, la longueur d'onde doit être:

- a) $\lambda_{cc} \leq 1\,260$ nm pour les fibres des catégories B1.1, B1.3 et B6;
- b) $\lambda_{cc} \leq 1\,270$ nm pour les fibres de catégorie B2;
- c) $\lambda_{cc} \leq 1\,450$ nm pour les fibres des catégories B4 et B5;
- d) $\lambda_{cc} \leq 1\,530$ nm pour les fibres de catégorie B1.2.

6.1.5 Coloration des fibres

Si le revêtement primaire des fibres est coloré à des fins d'identification, le revêtement coloré doit être facilement identifiable pendant toute la durée de vie du câble, et doit correspondre, dans la mesure du possible, à l'IEC 60304. Voir 7.2 pour la spécification sur le repérage par couleurs des fibres.

6.1.6 Dispersion du mode de polarisation (PMD)

La PMD des fibres unimodales câblées doit être caractérisée selon une base statistique, et non à partir de la fibre individuelle, comme décrit dans l'IEC TR 61282-3. Les mesures sur les fibres individuelles câblées doivent être conformes à l'IEC 60793-1-48. Les mesures sur des fibres non câblées peuvent être utilisées pour générer des statistiques sur les fibres câblées, lorsque la conception et les processus sont stables et que la relation entre les coefficients de PMD des fibres non câblées et câblées est connue.

Le fabricant doit fournir une valeur de conception de liaison de la PMD, PMD_Q , qui sert de limite supérieure statistique pour le coefficient de PMD des câbles à fibres optiques concaténés dans une liaison optique éventuelle. Sauf indication contraire dans la spécification particulière, la valeur de PMD_Q doit être inférieure à $0,5 \text{ ps}/\sqrt{\text{km}}$ avec une probabilité de 10^{-4} que cette valeur soit dépassée pour une concaténation numérique d'au moins 20 câbles.

6.2 Conducteurs électriques

Les caractéristiques de tout conducteur électrique doivent être conformes aux normes IEC applicables.

6.3 Autres matériaux

Les matériaux utilisés dans la construction des câbles à fibres optiques doivent être compatibles avec les propriétés physiques et optiques des fibres et être conformes aux normes IEC applicables.

6.4 Exigences d'environnement

Des informations doivent pouvoir être fournies sur demande concernant l'impact global du câble et de ses matériaux sur l'environnement. Il convient que ces informations incluent la fabrication, la manipulation du câble et l'impact sur l'environnement pendant la durée de vie de celui-ci. La réduction ou le remplacement des matériaux nocifs, et les améliorations concernant l'élimination des déchets constituent des exemples d'informations pertinentes. Parmi les normes applicables figurent l'ISO 14001 et l'ISO 14064-1.

7 Construction des câbles

7.1 Généralités

La construction, les dimensions, la masse, les propriétés mécaniques, optiques, électriques et climatiques de chacun des types de câbles à fibres optiques doivent correspondre à ce qui est indiqué dans la spécification applicable.

7.2 Repérage par couleurs

7.2.1 Vue d'ensemble

Le repérage par couleurs est essentiel pour identifier de manière unique chaque fibre dans un câble. Le repérage des fibres implique de manière quasiment universelle la coloration du revêtement ou du matelas protecteur des fibres (voir 6.15). Le système de repérage par couleurs utilisé exige généralement le repérage par couleurs des fibres, des unités et des sous-unités de fibres situées à l'intérieur du câble.

Les systèmes de repérage par couleurs doivent faire l'objet d'un accord entre le fabricant et le client. Un système spécifique est souvent soumis à des normes régionales. L'IEC 60304 identifie les couleurs à utiliser pour la coloration des fibres, mais ne couvre pas le repérage par couleurs.

Un repérage par couleurs des gaines peut être utilisé à diverses fins, et est couramment utilisé pour les câbles intérieurs. Un tel repérage par couleurs des gaines est utilisé, entre autres, pour identifier les catégories de fibres dans le câble ou l'application du câble.

Sauf indication contraire, les fibres doivent être identifiées de manière unique par un système ayant fait l'objet d'un accord entre le fabricant et le client.

Conformément à 6.1.5, les couleurs doivent correspondre dans la mesure du possible à celles données dans l'IEC 60304. D'autres couleurs ou systèmes de repérage par couleurs peuvent être utilisés, sous réserve qu'ils aient fait l'objet d'un accord.

7.2.2 Repérage par couleurs d'unités

Si le système d'identification unique des fibres l'exige, les unités doivent être identifiées de manière unique.

Si des couleurs sont utilisées, elles doivent correspondre dans la mesure du possible à celles données dans l'IEC 60304. Si d'autres méthodes sont utilisées, par exemple l'impression de caractères, une identification par la position ou l'utilisation de fils, etc., elles doivent être conformes à l'objectif du système d'identification.

7.2.3 Repérage par couleurs des gaines

Le repérage par couleurs des gaines, le cas échéant, doit faire l'objet d'un accord entre le fabricant et le client.

8 Méthodes de mesure

8.1 Généralités

Tous les essais ne sont pas applicables à tous les câbles.

Les caractéristiques intrinsèques des fibres optiques ne sont normalement pas mesurées par les fabricants de câbles. Les valeurs appropriées sont fournies par les fabricants de fibres optiques, en valeurs unitaires ou statistiques. Pour des raisons pratiques, le diamètre du cœur des fibres unimodales n'est pas spécifié. Le diamètre du champ de mode est le paramètre de spécification applicable.

Les résultats d'essai doivent suivre la règle de «l'arrondi à la ½ valeur la plus proche autour de zéro», lorsque les résultats enregistrés affichent plus de chiffres significatifs que le nombre exigé dans les critères d'acceptation (voir 3.18).

Des lignes directrices pour la sélection des fibres pour les essais sont données à l'Annexe B.

8.2 Méthodes de mesure des dimensions

Les dimensions des fibres optiques, des conducteurs et des câbles électriques doivent être déterminées en soumettant les échantillons aux essais choisis dans le Tableau 1. Les essais appliqués, les critères d'acceptation et le nombre d'échantillons doivent être ceux indiqués dans la spécification applicable.

Tableau 1 – Méthodes de mesure des dimensions

Méthode d'essai	Essai	Caractéristiques faisant l'objet de la méthode d'essai
IEC 60793-1-21	Mesure de la géométrie du revêtement	Diamètre du revêtement primaire Diamètre d'une fibre colorée Diamètre du revêtement secondaire ou du «matelas protecteur» Non-circularités du revêtement secondaire ou du «matelas protecteur» Erreur de concentricité gaine–revêtement primaire
IEC 60793-1-22 méthode A	Durée d'impulsion transmise et/ou réfléchie	Longueur de la fibre
IEC 60793-1-22 méthode B	Technique de rétrodiffusion	Longueur de la fibre
IEC 60189-1	Mécanique	Diamètre du conducteur électrique
IEC 60811-201 IEC 60811-202 IEC 60811-203	Mécanique	Épaisseur de l'isolant – conducteurs électriques Épaisseur des gaines Dimensions hors-tout

8.3 Méthodes de mesure des caractéristiques mécaniques

Les caractéristiques mécaniques des câbles à fibres optiques doivent être vérifiées en soumettant les échantillons à des essais choisis dans l'IEC 60794-1-21. Les critères d'acceptation doivent être ceux indiqués dans la spécification applicable.

8.4 Méthodes de mesure des caractéristiques électriques

Quand des conducteurs électriques ou d'autres éléments métalliques sont incorporés dans un câble à fibres optiques, il peut être nécessaire d'en vérifier les différentes caractéristiques électriques. Les essais typiques sont donnés dans le Tableau 2, en complément de ceux donnés dans l'IEC 60794-1-24. Les essais appliqués et les critères d'acceptation doivent être conformes à ce qui est indiqué dans la spécification applicable.

Tableau 2 – Méthodes de mesure des caractéristiques électriques

Méthode d'essai	Essai	Caractéristiques faisant l'objet de la méthode d'essai
IEC 60189-1	Résistance du conducteur	Caractéristiques des conducteurs électriques isolés
	Rigidité diélectrique de l'isolant Résistance d'isolement	Les propriétés de l'isolant des conducteurs à l'intérieur des câbles à fibres optiques sont normalement seulement spécifiées pour le matériau entrant, le précâblage.

Pour les câbles installés le long de lignes aériennes de puissance, des essais spécialisés sont donnés dans l'IEC 60794-1-24 (méthode H1: Essai de court-circuit et méthode H2: Méthode d'essai de foudre) et dans l'IEC 60794-4-20:2012, Annexe C (Essai électrique (cheminement)).