

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Optical fibre cables –
Part 3: Outdoor cables – Sectional specification**

**Câbles à fibres optiques –
Partie 3: Câbles extérieurs – Spécification intermédiaire**





THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2014 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
Fax: +41 22 919 03 00
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 - www.iec.ch/searchpub

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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 more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 14 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

More than 55 000 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: csc@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 - www.iec.ch/searchpub

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 plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 14 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

Plus de 55 000 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: csc@iec.ch.



IEC 60794-3

Edition 4.0 2014-09

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Optical fibre cables –
Part 3: Outdoor cables – Sectional specification**

**Câbles à fibres optiques –
Partie 3: Câbles extérieurs – Spécification intermédiaire**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

Q

ICS 33.180.10

ISBN 978-2-8322-1854-9

**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.....	4
1 Scope.....	6
2 Normative references	6
3 Terms, definitions, symbols and abbreviations	7
4 Optical fibre.....	7
4.1 General.....	7
4.2 Attenuation	8
4.2.1 Attenuation coefficient	8
4.2.2 Attenuation uniformity – Attenuation discontinuities	8
4.3 Cut-off wavelength.....	8
4.4 Fibre colouring.....	8
4.5 Polarization mode dispersion (PMD)	8
5 Cable element	8
5.1 General.....	8
5.2 Tight secondary coating or buffer	9
5.3 Ruggedized fibre.....	9
5.4 Slotted core	9
5.5 Polymeric tube.....	9
5.6 Ribbon	9
5.6.1 General	9
5.6.2 Dimensions.....	10
5.6.3 Mechanical requirements.....	10
5.7 Metallic tube	11
5.7.1 Metallic tube on the optical core	11
5.7.2 Fibres directly located in a metallic tube	11
6 Optical fibre cable construction.....	11
6.1 General.....	11
6.2 Lay-up of the cable elements	12
6.3 Cable core filling	12
6.4 Strength member	12
6.5 Moisture barrier	12
6.6 Cable sheath and armouring	13
6.6.1 Inner sheath	13
6.6.2 Armouring.....	13
6.6.3 Outer sheath.....	13
6.7 Sheath marking.....	14
6.8 Hydrogen gas	14
7 Installation and operating conditions.....	14
8 Characterization of cable elements	14
9 Optical fibre cable tests	15
10 Quality assurance.....	16
Bibliography.....	17

Table 1 – Maximum dimensions of optical fibre ribbons.....	10
Table 2 – Characteristics of different types of cable elements	15
Table 3 – Mechanical and environmental applicable tests	16

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

OPTICAL FIBRE CABLES –

Part 3: Outdoor cables – Sectional specification

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 60794-3 has been prepared by subcommittee 86A: Fibres and cables, of IEC technical committee 86: Fibre optics.

This fourth edition cancels and replaces the third edition, published in 2001, and constitutes a technical revision.

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

- the specification has been streamlined by cross-referencing with IEC 60794-1-1;
- soft strippable tubes introduced into the “polymeric” tube heading and metal tubes have been added;
- ribbon clauses have been simplified;
- more precise outer sheath details have been added;
- cable element tests and cable tests have been simplified by the use of tables instead of text;
- Annex A on PMD has been removed, to avoid duplication with IEC TR 61282-3.

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

CDV	Report on voting
86A/1589/CDV	86A/1621/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.

This publication 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 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.

OPTICAL FIBRE CABLES –

Part 3: Outdoor cables – Sectional specification

1 Scope

This part of IEC 60794 specifies the requirements for optical fibre cables and cable elements which are intended to be used externally in communications networks. Other types of applications requiring similar types of cables can be considered.

Requirements for cables to be used in ducts, for directly buried applications, aerial cables and cables for lake and river crossings are included in this standard. Also included are cables for specialized use in sewers and in water and gas pipes.

For aerial application, this standard does not cover all functional aspects of cables installed in the vicinity of overhead power lines. For such applications, additional requirements and test methods may be necessary. Moreover, this standard excludes optical ground wires and cables attached to the phase or earth conductors of overhead power lines.

For cables for lake and river crossings, this standard does not cover methods of cable repair, nor repair capability, nor does it cover cables for use with underwater line amplifiers.

NOTE IEC TR 62839-1¹ gives rules to built an environmental declaration if needed.

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

IEC 60708, *Low-frequency cables with polyolefin insulation and moisture barrier polyolefin sheath*

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

IEC 60793-1-32, *Optical fibres – Part 1-32: Measurement methods and test procedures – Coating strippability*

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

¹ To be published.

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

IEC 60794-1-21, *Optical fibre cables – Part 1-21: Generic specification – Basic optical cable test procedures – Mechanical test methods²*

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

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

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

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

IEC 60811-401, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 401: Miscellaneous tests – Thermal ageing methods – Ageing in an air oven*

IEC 60811-406, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 406: Miscellaneous tests – Resistance to stress cracking of polyethylene and polypropylene compounds*

IEC 60811-501, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 501: General tests – Tests for determining the mechanical properties of insulating and sheathing compounds*

IEC 60811-604:2012, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 604: Physical tests – Measurement of absence of corrosive components in filling compounds*

IEC 60811-607, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 607: Physical tests – Test for the assessment of carbon black dispersion in polyethylene and polypropylene*

IEC TR 62690, *Hydrogen effects in optical fibre cables – Guidelines*

IEC TR 62691, *Optical fibre cables – Guide to the installation of optical fibre cables*

3 Terms, definitions, symbols and abbreviations

For the purposes of this document, the terms, definitions, symbols and abbreviations given in IEC 60794-1-1 apply.

4 Optical fibre

4.1 General

Optical fibre shall be used which meets the requirements of IEC 60793-2. The fibre type shall be agreed between the customer and supplier.

² To be published.

4.2 Attenuation

4.2.1 Attenuation coefficient

The maximum cabled fibre attenuation coefficient shall conform to IEC 60794-1-1. Particular values may be agreed between the customer and supplier.

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

4.2.2 Attenuation uniformity – Attenuation discontinuities

Attenuation uniformity shall conform to IEC 60794-1-1.

4.3 Cut-off wavelength

For single-mode fibre, the cabled fibre cut-off wavelength λ_{cc} shall be less than the operational wavelength, when measured in accordance with IEC 60793-1-44, and in conformity with IEC 60794 1-1.

4.4 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.

4.5 Polarization mode dispersion (PMD)

Cabled single-mode fibre PMD shall conform to IEC 60794-1-1.

5 Cable element

5.1 General

Generally, optical cables comprise several elements or individual constituents, depending on the cable design which takes into account the cable application, operating environment and manufacturing processes, as well as the need to protect the fibre during handling and cabling.

The material(s) used for a cable element shall be selected to be compatible with the other elements in contact with it. An appropriate compatibility test method shall be defined in the family or detail specification.

When the fibres are in contact with a filling compound, the compatibility of the filling compound with the fibre coating shall be demonstrated by testing coating stripping force stability after accelerated ageing in accordance with IEC 60794-1-21, Method E5. Alternative ageing conditions and tests may be agreed between the customer and supplier.

Optical elements are cable elements containing optical fibres and are designed to be a primary functional unit of the cable core. They may comprise any of the cable elements described below. Optical elements and each fibre within a cable element shall be uniquely identified, for example by colours, a positional configuration, markings, tapes, threads or as specified in the detail specification.

Tests may be performed on cable elements either in uncabled form or in a finished cable. Unless otherwise specified, testing shall be performed on cable elements in a finished cable. (This means that testing shall be performed only on a finished cable if the cable element manufacturing operation is done by the same manufacturer as the cabling operation. Testing shall be performed on cable elements only if the cable element is supplied by a third party; this does not exclude testing of the finished cable.)

Different types of optical elements are described below.

5.2 Tight secondary coating or buffer

If a tight secondary coating is required, it shall consist of one or more layers of polymeric material. The coating shall be easily removable for splicing. For tight buffers, the buffer and fibre primary coating shall be removable in one operation over a length of 10 mm to 25 mm, depending on customer requirements. The nominal overall diameter of the secondary coating shall be between 800 μm and 900 μm . The value, which shall be agreed between the customer and supplier, shall have a tolerance of $\pm 50 \mu\text{m}$. The fibre/secondary coating eccentricity shall not exceed 75 μm , unless otherwise agreed between the customer and supplier.

The colour of the tight secondary coating shall be readily identifiable throughout the life-time of the cable and shall be a reasonable match to IEC 60304.

5.3 Ruggedized fibre

Further protection can be provided to tight secondary coated fibres by surrounding one or more with non-metallic strength members within a sheath of suitable material (e.g. for fan-out cables).

5.4 Slotted core

The slotted core is obtained by extruding a suitable material (for example polyethylene or polypropylene) with a defined number of slots, providing helical or SZ configuration along the core. One or more primary coated fibres or optical element is located in each slot which may be filled by compound.

The slotted core usually contains a central element which may be either metallic or non-metallic. In this case, there shall be adequate adhesion between the central element and the extruded core in order to obtain the required temperature stability and tensile behaviour for the slotted core element.

The profile of the slot shall be uniform and shall ensure the optical and mechanical performance required of the optical cable.

5.5 Polymeric tube

One or more primary coated fibres or other optical elements are packaged (loosely or not) in a tube construction which may be filled by compound. The tube may be reinforced with a composite wall. The polymeric tube may be hard, to provide some crush protection to the fibre bundle, or soft to enable easy strippability of the tube without specialized tools.

If required, the suitability of the tube shall be determined by an evaluation of its kink resistance in accordance with IEC 60794-1-23, Method G7.

If used, the filling compound in the tube shall comply with IEC 60794-1-21, Method E15. The filled tube shall comply with IEC 60794-1-21, Method E14, when tested in tube or cabled form.

5.6 Ribbon

5.6.1 General

Optical fibre ribbons are optical fibres assembled in a composite linear array.

Fibres shall be arranged in parallel and formed into ribbons of typically 4, 6, 8, 12, 24 or 36 fibres each according to user requirements. The fibres within the ribbons shall remain parallel and not cross over.

The design intent is that adjacent fibres within a ribbon are contiguous and that fibre centre lines are straight, parallel and coplanar.

Unless otherwise specified, each ribbon shall be uniquely identified with a printed legend or by uniquely colouring the reference fibre in the ribbon and/or by colouring the matrix material of the ribbon.

Some parameters shall be measured in the ribbon since the corresponding tests on the primary coated fibre or finished cable are not sufficient for complete characterization. These parameters are identified below.

5.6.2 Dimensions

Unless otherwise specified in the detail specification, the maximum dimensions and the structural geometry of optical fibre ribbons shall be as shown in Table 1.

Table 1 – Maximum dimensions of optical fibre ribbons

			Fibre alignment	
	Width	Height	Extreme fibres	Planarity
Number of fibres ^a	w	h	b	p
	µm	µm	µm	µm
4	1 220	360	786	50
6	1 648	360	1 310	50
8	2 172	360	1 834	50
12	3 220	360	2 882	75
24	6 500	360	Per 12f unit ^a	Per 12f unit ^a
36	9 800	360	Per 12f unit ^a	Per 12f unit ^a
^a Per unit values are measured with the ribbon separated into the intended sub-units.				

More stringent requirements may need to be agreed between the customer and supplier, depending on the splice or the connector technique employed.

The dimensions and structural geometry can be verified with a type test, described as the visual measurement method (IEC 60794-1-23, Method G2) to establish and ensure proper control of the ribbon manufacturing process. Once the process is established, and in order to ensure functional performance, the width and height of the ribbons may be controlled and verified, for final inspection purposes, with an aperture gauge (IEC 60794-1-23, Method G3) or a dial gauge (IEC 60794-1-23, Method G4) or by the visual measurement methods.

5.6.3 Mechanical requirements

5.6.3.1 Separability of individual fibres from a ribbon

If fibre breakout capability is required, the ribbons shall be constructed in such a way that fibres can be separated from the ribbon construction, into sub-units or individual optical fibres, while meeting the following criteria:

- the ribbon shall be tested for the ability to break out individual fibres using the tear (separability) test shown in IEC 60794-1-23, Method G5, or a method agreed upon between the customer and supplier;
- breakout shall be accomplished without specialized tools or apparatus;

- c) the fibre breakout procedure shall not be permanently detrimental to the fibre optical and mechanical performance;
- d) any colour coding of fibres shall remain sufficiently intact to enable individual fibres to be distinguished from each other.

5.6.3.2 Ribbon stripping

The coating of individual fibres as well as the residual ribbon bonding material shall be easily removable. The method of removal shall be agreed between the customer and supplier or shall be defined in the detail specification.

5.6.3.3 Torsion

The mechanical and functional integrity of a fibre ribbon can be verified by carrying out the torsion test shown in IEC 60794-1-23, Method G6.

5.7 Metallic tube

5.7.1 Metallic tube on the optical core

A metallic tube (for example, aluminium tube) may be applied over the optical core (for example, aluminium spacer or stranded tube).

5.7.2 Fibres directly located in a metallic tube

One or more primary coated and coloured fibres are packaged in a metallic hermetically sealed tube, which shall be filled, if necessary, with a suitable compound to avoid water penetration.

The inside surface of the tube should be smooth without any defects.

6 Optical fibre cable construction

6.1 General

The intention is that the cable should be designed and manufactured for a predicted operating lifetime of at least 20 years. In this context, the attenuation of the installed cable at the operational wavelength(s) shall not exceed values agreed between the customer and supplier. The tests of this specification are intended to assess the performance of cables, as manufactured and under agreed ageing and performance-limit tests. These tests are not intended to define end-of-life performance, but may be used as agreed between customer and supplier to predict such performance. The materials in the cable shall not present a health hazard within its intended use.

The fibres in the cables are usually of the same type, but some cables may contain multiple specified fibre types and fibres of the same type may have different origins.

There shall be no fibre splice in a delivery length, unless otherwise agreed by the customer and supplier.

It shall be possible to identify each individual fibre throughout the length of the cable.

For the particular case of cables for aerial application, to avoid excess fibre strain induced by the environmental conditions, such as wind loading or ice loading, the cable construction, and particularly the strength members, shall be selected to limit this strain to the value agreed between the customer and supplier.

6.2 Lay-up of the cable elements

Optical elements as described in Clause 5 may be laid up as follows:

- a) optical element(s) without a stranding lay;
- b) a number of homogeneous optical elements using helical or SZ configurations (ribbon elements may be laid up by stacking two or more elements);
- c) a number of different configurations in slotted core such as tight coated, ribbon or tube;
- d) a number of different configurations in a tube such as tight coated or ribbon;
- e) if required, insulated copper conductors in single, pair or quad construction may be laid up with the optical elements.

6.3 Cable core filling

If specified, the element(s) and in addition the cable core shall contain water blocking material, such as grease-like and/or dry-block materials, to prevent longitudinal water penetration in accordance with IEC 60794-1-22, Method F5. The material shall be easily removed without the use of substances considered to be hazardous or dangerous. The grease-like compound shall comply with IEC 60794-1-21, Method E15. The cable shall pass the compound flow test of Method E14 of IEC 60794-1-21.

The blocking material used shall be compatible with the other relevant cable elements. Where a grease-like filling compound is used in cables containing metallic elements, it shall be tested for the presence of corrosive compounds in accordance with Clause 8 of IEC 60811-604:2012.

6.4 Strength member

The cable shall be designed with sufficient strength members to meet installation and service conditions so that the fibres are not subjected to strain in excess of limits agreed between the customer and supplier.

The strength member may be either metallic or non-metallic and may be located in the cable core and/or under the sheath and/or in the sheath.

If required, the aerial cable shall be equipped with a separate suspension strand. The location and the type of suspension strand depend on the installation practice and environmental conditions and shall be determined by agreement between the customer and supplier.

For example, the suspension strand and the cable core may form a “figure 8” construction or the cable may be fastened to a separate suspension strand by lashing or by other suitable means.

6.5 Moisture barrier

If specified, a moisture barrier shall be provided either by a continuous metallic sheath or by a metallic tape applied over the cable core with a longitudinal overlap and bonded to the sheath.

Alternatively, other constructions may be adopted by agreement between the customer and supplier.

In the case of a continuous metallic sheath, the material and its thickness shall be agreed between the customer and supplier.

Metallic materials that may be used include, but are not limited to, coated and uncoated aluminium and steel, copper and copper alloys. These metals may be either flat or corrugated

as designated by the detail specification. Splicing of metallic tapes may be allowed, provided electrical continuity is ensured in the finished cable.

In the case of an aluminium moisture barrier tape, the thickness of the aluminium tape, the amount of overlap and the adhesion of the aluminium tape to the sheath shall be in accordance with IEC 60708. The tape may have a reduced nominal thickness by agreement between the user and the manufacturer. The effectiveness of the moisture barrier may be proved by an alternative test with agreement between the customer and supplier.

6.6 Cable sheath and armouring

6.6.1 Inner sheath

A cable inner sheath may be applied by agreement between the customer and supplier. When required for a specific construction, or for manufacturing purposes, cable cores or sub-units within the core, or both, may be covered by inner sheaths. Unless otherwise specified, the inner sheath shall be made of polyethylene.

6.6.2 Armouring

Where additional tensile strength or protection from external damage is required, armouring shall be provided (for example, corrugated steel tape or steel wire armour).

6.6.3 Outer sheath

6.6.3.1 General

The cable shall have a seamless sheath made of UV-stabilized weather-resistant polyethylene, containing 2,0 % minimum well dispersed carbon black in accordance with IEC 60811-607, unless otherwise agreed between the customer and supplier.

The sheath thickness (tested in accordance with IEC 60811-202) and cable overall diameter (tested in accordance with IEC 60811-203) and its variations shall take into account the installation conditions and shall be determined by the relevant specification or by agreement between the customer and supplier.

6.6.3.2 Tensile strength and elongation

When tested in accordance with IEC 60811-501, the measured values of tensile strength shall be not less than

- a) 10 MPa for low- or linear-low-density polyethylene,
- b) 12,0 MPa for medium-density polyethylene,
- c) 16,5 MPa for high-density polyethylene.

The measured values of elongation at break shall be not less than 300 %.

6.6.3.3 Elongation at break after ageing

The mechanical characteristics of the sheath shall remain sufficiently constant during normal use. This is checked by determining the elongation at break according to IEC 60811-501 after an ageing test at $100\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ for $10 \times 24\text{ h}$ according to IEC 60811-401. The median of the values of elongation at break shall be not less than 300 %.

6.6.3.4 Resistance to environmental stress cracking

The resistance to environmental stress cracking shall comply with the requirements of IEC 60811-406. Procedure B shall be applied.

6.6.3.5 Outer protection of cables for lake and river crossings

The outer protection may be either a layer of polypropylene roves or an outer sheath of polyethylene or appropriate materials. The particular outer sheath shall be agreed between the customer and supplier.

If required, the outermost layer shall have a contrasting colour incorporated to facilitate visibility of cable movement during installation and maintenance operations.

6.7 Sheath marking

If required, the cable shall be marked by a method agreed between the customer and supplier. Common methods of marking are embossing, sintering, imprinting, hot foil and surface printing.

The information given in the marking text may include cable length, the number of fibres, fibre type, manufacturer's name and the date of manufacture.

The characters shall be spaced at intervals of not more than 1 m. The actual length of the cable shall be within $\frac{+1}{0}\%$ of the length indicated by the length marking. For example,

1 000 m of cable, if the starting sheath length mark was 0, should have a final sheath mark in the range 990 m to 1 000 m. Occasional illegible markings are permitted, provided that a legible mark is located within 5 m of the illegible mark. Cables may be remarked in a second contrasting colour, if the first marking process is unsuccessful.

Marking may be provided as a single or double line of marking. A single line of marking shall be provided by marking longitudinally along the length of the cable. A double line of marking shall be provided with the two lines diametrically opposite each other, longitudinally along the length of the cable.

The abrasion resistance of the sheath markings shall be demonstrated in accordance with IEC 60794-1-21, Method E2B.

For a double line of marking, the abrasion resistance test needs only be carried out on one line of marking.

6.8 Hydrogen gas

An informative guideline is given in IEC TR 62690.

7 Installation and operating conditions

Installation and operating conditions shall be agreed between the customer and supplier. Guidance is given in IEC TR 62691.

8 Characterization of cable elements

The following tests, as indicated in Table 2, are intended to characterize the different types of cable elements.

Table 2 – Characteristics of different types of cable elements

Characteristics	Family requirements IEC 60794-3	Test methods	Remarks
Dimensions	5.2	IEC 60793-1-21	Secondary coating
Dimensions	5.3, 5.4, 5.6, 5.7	IEC 60811-202 and IEC 60811-203	Tight buffer, tube, slotted core and ruggedized elements
Dimensions	5.6.1	IEC 60794-1-23 Methods G2, G3 or G4	Ribbons
Bend		IEC 60794-1-23 Method G1	Secondary coating, tight buffer, tube
Strippability	5.2	IEC 60793-1-32	Primary or secondary fibre coatings and tight buffers
Strippability	5.6.3.2	As agreed between supplier and manufacturer	Ribbon
Separability of individual fibres from ribbon	5.6.3.1	IEC 60794-1-23 Method G5	Ribbon
Kink	5.5	IEC 60794-1-23 Method G7	Tube
Torsion	5.6.3.3	IEC 60794-1-23 Method G6	Ribbon
Compound flow	5.5	IEC 60794-1-21, method E14	Tube

9 Optical fibre cable tests

Compliance with specification requirements shall be verified by carrying out tests as required by the relevant family or detail specification. Suitable tests are detailed in Table 3. It is not intended that all tests shall be carried out; the frequency of testing shall be agreed between the customer and supplier.

Guidance on qualification sampling and interpretation of test results are given in IEC 60794-1-1. The number of fibres tested shall be representative of the cable design and shall be agreed between the customer and supplier.

For some tests applicable to “figure 8” constructions, the tests shall be carried out with the suspension strand. If required by certain installation practices, the “figure 8” cable shall also be tested without the suspension strand.

Table 3 – Mechanical and environmental applicable tests

Characteristics	Family requirements	Test methods	Remarks
Tensile performance		IEC 60794-1-21 Method E1	
Sheath abrasion resistance		IEC 60794-1-21 Method E2A	
Crush		IEC 60794-1-21 Method E3	
Impact		IEC 60794-1-21 Method E4	
Repeated bending		IEC 60794-1-21 Method E6	
Torsion		IEC 60794-1-21 Method E7	
Kink		IEC 60794-1-21 Method E10	
Bend		IEC 60794-1-21 Method E11	
Shotgun resistance		IEC 60794-1-21 Method E13	Aerial cables with specific shotgun protection
Bending under tension		IEC 60794-1-21 Method E18	
Aeolian vibration		IEC 60794-1-21 Method E19	Longspan aerial cables
Coiling performance		IEC 60794-1-21 Method E20	Lake and river crossings
Temperature cycling		IEC 60794-1-22 Method F1	
Water penetration		IEC 60794-1-22 Method F5B or F5C	Water-blocked cables
Pneumatic resistance		IEC 60794-1-22 Method F8	Unfilled cables protected by pressurisation
Ageing		IEC 60794-1-22 Method F9	
Hydrostatic pressure		IEC 60794-1-22 Method F10	Lake and river crossings
Ribbon stripping		IEC 60794-1-21 Method E5B	Ribbon cables

10 Quality assurance

It is the responsibility of the manufacturer to establish quality assurance by quality control procedures which ensure that the product meets the requirements of this standard. When the customer wishes to specify acceptance tests to other quality procedures, it is essential that an agreement is reached between the customer and supplier at the time of ordering.

Bibliography

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

IEC TR 62839-1, *Environmental declaration – Part 1: Wires and cables and accessories products specific rules* ³

³ To be published.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	20
1 Domaine d'application	22
2 Références normatives	22
3 Termes, définitions, symboles et abréviations	24
4 Fibres optiques	24
4.1 Généralités	24
4.2 Affaiblissement	24
4.2.1 Affaiblissement linéique	24
4.2.2 Uniformité d'affaiblissement – Discontinuité d'affaiblissement	24
4.3 Longueur d'onde de coupure	24
4.4 Coloration des fibres	24
4.5 Dispersion de mode de polarisation (PMD):	24
5 Élément de câble	24
5.1 Généralités	24
5.2 Revêtement secondaire serré ou revêtement protecteur	25
5.3 Fibre renforcée	25
5.4 Jonc rainuré	25
5.5 Tube polymère	26
5.6 Ruban	26
5.6.1 Généralités	26
5.6.2 Dimensions	26
5.6.3 Exigences mécaniques	27
5.7 Tube métallique	28
5.7.1 Tube métallique sur l'âme optique	28
5.7.2 Fibres directement insérées dans un tube métallique	28
6 Construction d'un câble à fibres optiques	28
6.1 Généralités	28
6.2 Assemblage des éléments de câble	28
6.3 Remplissage de l'âme du câble	29
6.4 Élément de renfort	29
6.5 Barrière contre l'humidité	29
6.6 Gaine de câble et armure	30
6.6.1 Gaine intérieure	30
6.6.2 Armure	30
6.6.3 Gaine extérieure	30
6.7 Marquage de la gaine	31
6.8 Gaz hydrogène	31
7 Conditions d'installation et de fonctionnement	31
8 Caractérisation des éléments de câble	31
9 Essais sur les câbles à fibres optiques	32
10 Assurance de la qualité	33
Bibliographie	34

Tableau 1 – Dimensions maximales des rubans à fibres optiques	27
Tableau 2 – Caractéristiques de différents types d'éléments de câble	32
Tableau 3 – Essais mécaniques et d'environnement applicables	33

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CÂBLES À FIBRES OPTIQUES –

Partie 3: Câbles extérieurs – Spécification intermédiaire

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 60794-3 a été établie par le sous-comité 86A: Fibres et câbles, du comité d'études 86 de l'IEC: Fibres optiques.

Cette quatrième édition annule et remplace la troisième édition, parue en 2001, dont elle constitue une révision technique.

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

- la spécification a été simplifiée en introduisant des références croisées avec l'IEC 60794-1-1;
- des tubes souples dénudables introduits en tête de tubes polymères et des tubes métalliques ont été ajoutés;
- les articles relatifs aux rubans ont été simplifiés;
- des informations plus précises sur les gaines extérieures ont été ajoutées;

- les essais sur les éléments de câble et les essais sur les câbles ont été simplifiés en remplaçant le texte par des tableaux;
- l'Annexe A sur la PMD a été retirée pour éviter une redondance avec l'IEC TR 61282-3.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

CDV	Rapport de vote
86A/1589/CDV	86A/1621/RVC

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

Cette publication a été rédigée 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 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.

CÂBLES À FIBRES OPTIQUES –

Partie 3: Câbles extérieurs – Spécification intermédiaire

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60794 spécifie les exigences relatives aux câbles et aux éléments de câble à fibres optiques destinés à être utilisés à l'extérieur dans des réseaux de télécommunication. D'autres types d'applications nécessitant des câbles d'un type similaire peuvent être envisagés.

La présente norme comporte des exigences concernant les câbles destinés à être installés dans des conduites, les câbles directement enterrés, les câbles aériens et les câbles pour traversées de lacs et de rivières. Elle comporte également des câbles destinés à des utilisations spécialisées, dans les égouts et dans les conduites d'eau et de gaz.

Pour ce qui est des applications aériennes, la présente norme ne couvre pas tous les aspects fonctionnels des câbles installés à proximité de lignes aériennes de transport d'énergie. De telles applications peuvent nécessiter l'adjonction d'exigences et de méthodes d'essai. En outre, la présente norme exclut les câbles de garde avec fibres optiques et les câbles liés aux conducteurs de phase ou de terre des lignes aériennes de transport d'énergie.

Pour les câbles pour traversées de lacs et de rivières, la présente norme ne couvre pas les méthodes de réparation du câble, ni de capacité de réparation, et ne couvre pas les câbles utilisés dans les amplificateurs de lignes pour traversées de lacs et de rivières.

NOTE Le rapport technique IEC TR 62839-1¹ donne des règles pour bâtir une déclaration environnementale si besoin est.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

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

IEC 60708, *Câbles pour basses fréquences à isolation polyoléfine et gaine polyoléfine à barrière d'étanchéité*

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

¹ A publier.

IEC 60793-1-32, *Fibres optiques – Partie 1-32: Mesures de mesure et procédures d'essai – Dénudabilité 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 60793-2, *Fibres optiques – Partie 2: Spécifications de produits – Généralités*

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

IEC 60794-1-21, *Optical fibre cables – Part 1-21: Generic specification – Basic optical cable test procedures – Mechanical test methods*
(disponible en anglais seulement)²

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

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

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 60811-401, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 401: Essais divers – Méthodes de vieillissement thermique – Vieillissement en étuve à air*

IEC 60811-406, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 406: Essais divers – Résistance des mélanges polyéthylène et polypropylène aux craquelures*

IEC 60811-501, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 501: Essais mécaniques – Détermination des propriétés mécaniques des mélanges pour les enveloppes isolantes et les gaines*

IEC 60811-604:2012, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 604: Essais physiques – Mesure de l'absence de composants corrosifs dans les matières de remplissage*

IEC 60811-607, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 607: Essais physiques – Essai pour l'évaluation de la dispersion du noir de carbone dans le polyéthylène et le polypropylène*

IEC/TR 62690, *Hydrogen effects in optical fibre cables – Guidelines*
(disponible en anglais seulement)

² A publier.

IEC/TR 62691, *Optical fibre cables – Guide to the installation of optical fibre cables* (disponible en anglais seulement)

3 Termes, définitions, symboles et abréviations

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de l'IEC 60794-1-1 s'appliquent.

4 Fibres optiques

4.1 Généralités

Une fibre optique satisfaisant aux exigences de l'IEC 60793-2 doit être utilisée. Le type de fibre doit faire l'objet d'un accord entre le client et le fournisseur.

4.2 Affaiblissement

4.2.1 Affaiblissement linéique

L'affaiblissement linéique maximal d'une fibre câblée doit être conforme à l'IEC 60794-1-1. 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.

4.2.2 Uniformité d'affaiblissement – Discontinuité d'affaiblissement

Les discontinuités doivent être conformes à l'IEC 60794-1-1.

4.3 Longueur d'onde de coupure

Pour les fibres unimodales, la longueur d'onde de coupure d'une fibre câblée λ_{cc} doit être inférieure à la longueur d'onde de fonctionnement lorsqu'elle est mesurée selon l'IEC 60793-1-44 et être conforme à l'IEC 60794-1-1.

4.4 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 toute la mesure du possible, à l'IEC 60304.

4.5 Dispersion de mode de polarisation (PMD)³:

La PMD d'une fibre unimodale câblée doit être conforme à l'IEC 60794-1-1.

5 Élément de câble

5.1 Généralités

Généralement, les câbles optiques comportent plusieurs éléments ou constituants individuels, selon la conception de câble élaborée en fonction de l'application, de l'environnement opérationnel et des procédés de fabrication ainsi que du besoin de protection de la fibre lors des manipulations et pendant la mise en câble.

³ PMD: en anglais: *polarization mode dispersion*.

Les matériaux entrant dans la composition d'un élément de câble doivent être choisis de manière à être compatibles avec les autres éléments en contact avec eux. Une méthode d'essai de compatibilité appropriée doit être définie dans la spécification de famille ou particulière.

Lorsque les fibres sont en contact avec un matériau de remplissage, la compatibilité du matériau de remplissage avec le revêtement de la fibre doit être démontrée en effectuant un essai de stabilité de la force de dénudage du revêtement après vieillissement accéléré conformément à la Méthode E5 de l'IEC 60794-1-21. D'autres essais et conditions de vieillissement peuvent faire l'objet d'un accord entre le client et le fournisseur.

Les éléments optiques sont des éléments de câble comportant des fibres optiques et sont conçus pour être une unité fonctionnelle primaire du cœur du câble. Ils peuvent comprendre n'importe lesquels des éléments de câble décrits ci-dessous. Les éléments optiques, ainsi que chaque fibre, contenus dans un élément de câble doivent être identifiés de manière unique, par exemple par des couleurs, par une configuration du positionnement, par des marquages, par des rubans, par des fils ou selon les indications données dans la spécification particulière.

Les essais peuvent être effectués sur des éléments de câble soit sous forme non câblée soit en câble terminé. Sauf spécification contraire, les essais doivent être effectués sur des éléments de câble inclus dans un câble terminé. (Ce qui signifie que si l'opération de fabrication des éléments est faite par le même fabricant que l'opération de câblage, les essais ne doivent être effectués que sur le câble terminé. Les essais sur des éléments de câble doivent être effectués seulement si ces derniers sont fournis par une tierce partie; ils n'excluent pas les essais sur le câble terminé.)

Différents types d'éléments optiques sont décrits ci-après.

5.2 Revêtement secondaire serré ou revêtement protecteur

Si un revêtement secondaire serré est exigé, il doit comporter une ou plusieurs couches de matériau polymère. Le revêtement doit pouvoir s'enlever facilement pour effectuer des épissures. Pour les revêtements protecteurs serrés, le revêtement protecteur et le revêtement primaire des fibres doivent pouvoir être enlevés en une seule opération sur une longueur de 10 mm à 25 mm, en fonction des exigences des clients. Le diamètre extérieur nominal du revêtement secondaire doit être compris entre 800 µm et 900 µm. La valeur, qui doit faire l'objet d'un accord entre le client et le fournisseur, doit avoir une tolérance de ± 50 µm. L'excentricité entre le revêtement secondaire et la fibre ne doit pas dépasser 75 µm, sauf accord contraire passé entre le client et le fournisseur.

La couleur du revêtement secondaire serré doit être facilement identifiable pendant toute la durée de vie du câble, et doit correspondre du mieux possible, à l'IEC 60304.

5.3 Fibre renforcée

Une protection supplémentaire peut être adjointe à des fibres à revêtement secondaire serré en entourant une ou plusieurs de ces fibres d'éléments de renforts non métalliques à l'intérieur d'une gaine d'un matériau adapté (par exemple pour des câbles d'éclatement).

5.4 Jonc rainuré

Le jonc rainuré s'obtient en extrudant un matériau adapté (par exemple du polyéthylène ou du polypropylène) avec un certain nombre d'encoches longitudinales, présentant la forme d'une hélice ou d'un SZ. Chaque encoche contient une ou plusieurs fibres sous revêtement primaire ou éléments optiques; elle peut être remplie.

Le jonc rainuré comporte habituellement un élément central, métallique ou non métallique. Dans ce cas, il doit y avoir une adhérence convenable entre l'élément central et le jonc

extrudé afin d'obtenir la stabilité en température et le comportement à la traction requis pour l'élément à jonc rainuré.

Le profil de l'encoche doit être uniforme et doit garantir les performances optiques et mécaniques exigées pour le câble optique.

5.5 Tube polymère

Une ou plusieurs fibres sous revêtement primaire ou d'autres éléments optiques sont conditionnées (de manière lâche ou non) dans un tube, qui peut être rempli. Le tube peut être renforcé avec une paroi composite. Le tube polymère peut être rigide, pour offrir une résistance à l'écrasement au faisceau de fibres, ou être souple pour permettre de dénuder facilement le tube sans outils spécialisés.

Si nécessaire, l'aptitude du tube doit être déterminée par une évaluation de sa résistance à la pliure (effet de paille) conformément à la Méthode G7 de l'IEC 60794-1-23.

Si un matériau de remplissage est utilisé dans le tube, il doit être conforme à la Méthode E15 de l'IEC 60794-1-21. Le tube rempli doit être conforme à la Méthode E14 de l'IEC 60794-1-21, lorsqu'il est soumis à l'essai sous forme de tube ou sous forme câblée.

5.6 Ruban

5.6.1 Généralités

Les rubans à fibres optiques sont constitués de fibres optiques assemblées en un arrangement linéaire composite.

Les fibres doivent être parallèles et former des rubans composés typiquement de 4, 6, 8, 12, 24 ou 36 fibres chacun, selon les exigences de l'utilisateur. Les fibres se trouvant dans un ruban ne doivent pas se croiser et doivent rester parallèles.

La conception de base prévoit que les fibres adjacentes d'un ruban soient contiguës et que leurs lignes médianes soient droites, parallèles et coplanaires.

Sauf spécification contraire, chaque ruban doit être identifié de manière unique par un texte imprimé ou par coloration de la ou des fibres de référence et/ou du matériau d'enrobage du ruban.

Certains paramètres doivent être mesurés sur le ruban, les essais correspondants effectués sur la fibre sous revêtement primaire ou sur le câble terminé n'étant pas suffisants pour avoir une caractérisation complète. Ces paramètres sont identifiés ci-après.

5.6.2 Dimensions

Sauf indication contraire dans la spécification particulière, les dimensions maximales et la géométrie de la structure des rubans à fibres optiques doivent correspondre aux indications données dans le Tableau 1.

Tableau 1 – Dimensions maximales des rubans à fibres optiques

			Alignement des fibres	
	Largeur	Hauteur	Fibres extrêmes	Planéité
Nombre de fibres ^a	w	h	b	p
	μm	μm	μm	μm
4	1 220	360	786	50
6	1 648	360	1 310	50
8	2 172	360	1 834	50
12	3 220	360	2 882	75
24	6 500	360	Par unités de 12f ^a	Par unités de 12f ^a
36	9 800	360	Par unités de 12f ^a	Par unités de 12f ^a
^a Les valeurs unitaires sont mesurées avec le ruban séparé dans les sous-unités voulues.				

Selon l'épissure ou la technique de connexion utilisée, il peut être nécessaire que des exigences plus contraignantes fassent l'objet d'un accord entre le client et le fournisseur.

Les dimensions et la géométrie de la structure peuvent être vérifiées par un essai de type, appelé méthode de mesure visuelle (Méthode G2 de l'IEC 60794-1-23) pour établir et assurer un contrôle convenable du procédé de fabrication du ruban. Une fois le procédé établi et afin d'assurer les performances fonctionnelles, la largeur et la hauteur des rubans peuvent être contrôlées et vérifiées, aux fins d'inspection finale, avec un gabarit d'ouverture (Méthode G3 de l'IEC 60794-1-23), un comparateur à cadran (Méthode G4 de l'IEC 60794-1-23) ou des méthodes de mesure visuelle.

5.6.3 Exigences mécaniques

5.6.3.1 Séparabilité des fibres individuelles du ruban

Si l'aptitude à la séparation en fibres est exigée, les rubans doivent être telles que les fibres puissent être séparées de la structure des rubans pour former des sous-éléments ou des fibres optiques individuelles, tout en respectant les critères suivants:

- l'aptitude du ruban à être séparé en fibres individuelles doit être soumise à essai en utilisant l'essai de déchirure (séparabilité) de la Méthode G5 de l'IEC 60794-1-23, ou une méthode convenue entre le client et le fournisseur;
- la séparation en fibres doit être effectuée sans outil ni appareillage spécialisé;
- la procédure de séparation en fibres ne doit pas détériorer de manière permanente les performances optiques et mécaniques de la fibre optique;
- toute codification des fibres par coloration doit rester suffisamment lisible pour garantir une bonne distinction entre les différentes fibres individuelles.

5.6.3.2 Dénudabilité du ruban

Le revêtement des fibres individuelles ainsi que les matières résiduelles provenant de l'enrobage du ruban doivent pouvoir être facilement retirés. La méthode pour le retirer doit faire l'objet d'un accord entre le client et le fournisseur ou doit être définie dans la spécification particulière.

5.6.3.3 Torsion

L'intégrité mécanique et fonctionnelle de la structure du ruban peut être vérifiée en appliquant l'essai de torsion de la Méthode G6 de l'IEC 60794-1-23.

5.7 Tube métallique

5.7.1 Tube métallique sur l'âme optique

Un tube métallique (par exemple un tube d'aluminium) peut être appliqué sur l'âme optique (par exemple une entretoise ou un tube toronné en aluminium).

5.7.2 Fibres directement insérées dans un tube métallique

Une ou plusieurs fibres sous revêtement primaire et colorées sont insérées dans un tube métallique scellé hermétiquement, qui doit être rempli, si nécessaire, d'un produit approprié pour éviter la pénétration d'eau.

Il convient que la surface interne du tube soit lisse et dépourvue de toute imperfection.

6 Construction d'un câble à fibres optiques

6.1 Généralités

L'objectif est que le câble soit conçu et fabriqué pour une durée de vie en service estimée à au moins 20 ans. Dans ce contexte, l'affaiblissement du câble installé à la ou aux longueurs d'onde de fonctionnement ne doit pas dépasser les valeurs convenues entre le client et le fournisseur. Les essais de la présente spécification sont destinés à évaluer les performances des câbles tels qu'ils sont fabriqués et selon les essais de vieillissement et de limites de performances convenus. Ces essais ne sont pas destinés à définir les performances de fin de vie, mais ils peuvent être utilisés conformément à accord entre le fabricant et le client pour prédire de telles performances. Les matériaux du câble ne doivent pas présenter un danger pour la santé dans le cadre de l'application prévue.

Les fibres composant un câble sont habituellement du même type, mais certains câbles peuvent contenir plusieurs types de fibres spécifiés, et les fibres d'un même type peuvent avoir différentes provenances.

Il ne doit pas y avoir d'épissure de fibre dans une longueur de livraison, sauf accord contraire entre le client et le fournisseur.

Il doit être possible d'identifier chaque fibre individuellement sur toute la longueur du câble.

Dans le cas particulier de câbles pour application en aérien, et afin d'éviter des tensions excessives des fibres induites par les conditions d'environnement, telles qu'une surcharge due à l'action du vent ou du gel, la construction du câble et particulièrement les éléments de renfort, doivent être choisis de sorte que cette contrainte soit limitée à la valeur convenue entre le client et le fournisseur.

6.2 Assemblage des éléments de câble

Les éléments optiques, décrits à l'Article 5, peuvent être assemblés comme suit:

- a) un ou des élément(s) optique(s) sans couche d'enrobage;
- b) un certain nombre d'éléments optiques homogènes, sous forme d'hélice ou d'un SZ (les éléments de type ruban peuvent être assemblés en empilant deux ou éléments ou plus);
- c) un certain nombre de configurations différentes dans un jonc rainuré, telles qu'en revêtement serré, en ruban ou en tube;
- d) un certain nombre de configurations différentes dans un tube, telles qu'en revêtement serré ou en ruban;
- e) si nécessaire, des conducteurs en cuivre isolés, unitaires, par paire ou par quarte, peuvent être assemblés avec les éléments optiques.

6.3 Remplissage de l'âme du câble

Si cela est spécifié, le ou les éléments ainsi que l'âme du câble, doivent contenir un matériau retenant l'eau, par exemple des composés gras et/ou des matériaux d'étanchéité secs, pour empêcher la pénétration longitudinale de l'eau conformément à la Méthode F5 de l'IEC 60794-1-22. Les matériaux doivent pouvoir être retirés facilement, sans l'aide de substances à risque ou potentiellement dangereuses. Les composés gras doivent être conforme à la Méthode E15 de l'IEC 60794-1-21. Le câble doit passer l'essai de l'écoulement du matériau de la Méthode E14 de l'IEC 60794-1-21.

Le matériau d'étanchéité utilisé doit être compatible avec les autres composants du câble. Lorsqu'un matériau de remplissage tel que les composés gras est utilisé dans des câbles comportant des éléments métalliques, il doit être soumis à des essais afin de déterminer la présence de matériaux corrosifs, conformément à l'Article 8 de l'IEC 60811-604:2012.

6.4 Élément de renfort

Le câble doit avoir été conçu avec suffisamment d'éléments de renfort de traction pour satisfaire aux conditions d'installation et de service sans que les fibres ne soient soumises à une contrainte qui dépasse les limites convenues entre le client et le fournisseur.

L'élément de renfort peut être métallique ou non métallique; il peut être situé dans l'âme du câble et/ou sous la gaine et/ou dans la gaine.

Si nécessaire, le câble aérien doit être équipé d'un porteur séparé. L'emplacement et le type de porteur dépendent de la technique d'installation et des conditions d'environnement et doivent être déterminés par accord entre le client et le fournisseur.

Par exemple, le porteur et le câble peuvent avoir une structure du type "figure 8" ou bien le câble peut être lié à un porteur séparé, par ligature ou par tout autre moyen adapté.

6.5 Barrière contre l'humidité

Si cela est spécifié, une barrière contre l'humidité doit être prévue, consistant soit en une gaine métallique continue, soit en un ruban métallique appliqué longitudinalement sur l'âme du câble, posé à recouvrement et collé à la gaine.

En variante, d'autres structures peuvent être adoptées suivant accord entre le client et le fournisseur.

Dans le cas d'un ruban métallique continu, la nature et l'épaisseur du matériau doivent faire l'objet d'un accord entre le client et le fournisseur.

Les matériaux métalliques qui peuvent être utilisés sont indiqués, de manière non limitative, ci-après: acier et aluminium revêtus ou non, cuivre et alliages de cuivre. Ces métaux peuvent être plats ou cannelés comme indiqué dans le document d'achat. Le raccordement des rubans métalliques peut être autorisé à condition d'assurer la continuité électrique du câble terminé.

Dans le cas d'un ruban d'aluminium servant de barrière contre l'humidité, l'épaisseur du ruban d'aluminium, le taux de recouvrement et l'adhérence du ruban d'aluminium à la gaine doivent être conformes à l'IEC 60708. L'épaisseur nominale du ruban peut être réduite suivant accord entre le client et le fournisseur. L'efficacité de la barrière contre l'humidité peut être démontrée en procédant à un autre essai après accord entre le client et le fournisseur.

6.6 Gaine de câble et armure

6.6.1 Gaine intérieure

Une gaine intérieure peut être prévue dans le câble selon accord entre le client et le fournisseur. Lorsque cela est requis pour une construction spécifique, ou des raisons de fabrication, les âmes de câble ou des sous-ensembles de l'âme ou les deux peuvent être recouverts de gaines intérieures. Sauf spécification contraire, la gaine intérieure doit être en polyéthylène.

6.6.2 Armure

Lorsqu'une résistance à la traction ou une protection supplémentaire contre des dommages externes est requise, une armure doit être intégrée (par exemple un ruban en acier cannelé ou une armure en fils d'acier).

6.6.3 Gaine extérieure

6.6.3.1 Généralités

Le câble doit disposer d'une gaine sans raccord, composée de polyéthylène, stabilisé aux UV, résistant aux intempéries, contenant au moins 2,0 % de noir de carbone bien réparti, conformément à l'IEC 60811-607, sauf accord différent entre le client et le fournisseur.

L'épaisseur de la gaine (soumise aux essais conformément à l'IEC 60811-202) ainsi que le diamètre extérieur du câble (soumis aux essais conformément à l'IEC 60811-203) et ses variations doivent tenir compte des conditions d'installation et doivent être déterminés par la spécification applicable ou par accord entre le client et le fournisseur.

6.6.3.2 Résistance à la traction et allongement

Lorsque le câble est soumis aux essais conformément à l'IEC 60811-501, les valeurs mesurées de résistance à la traction ne doivent pas être inférieures à

- e) 10 MPa pour du polyéthylène à basse densité ou à basse densité linéaire,
- f) 12,0 MPa pour du polyéthylène à moyenne densité,
- g) 16,5 MPa pour du polyéthylène à haute densité.

Les valeurs d'allongement à la rupture mesurées ne doivent pas être inférieures à 300 %.

6.6.3.3 Allongement à la rupture après vieillissement

Les caractéristiques mécaniques de la gaine doivent rester suffisamment constantes pendant une utilisation normale. On vérifie ceci en déterminant l'allongement à la rupture conformément à l'IEC 60811-501 après un essai de vieillissement à $100\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ pendant $10 \times 24\text{ h}$ conformément à l'IEC 60811-401. La médiane des valeurs d'allongement à la rupture mesurées ne doit pas être inférieure à 300 %.

6.6.3.4 Résistance aux craquelures sous contraintes dues à l'environnement

La résistance aux craquelures sous contraintes dues à l'environnement doit être conforme aux exigences de l'IEC 60811-406. La procédure B doit être appliquée.

6.6.3.5 Protection extérieure des câbles pour traversées de lacs et de rivières

La protection extérieure peut être soit une couche de fils polypropylène soit une gaine extérieure de polyéthylène ou d'un matériau approprié. La gaine extérieure particulière doit faire l'objet d'un accord entre le client et le fournisseur.

Si nécessaire, la couche la plus extérieure doit être de couleur contrastée pour faciliter la visibilité du mouvement du câble pendant l'installation et les opérations de maintenance.

6.7 Marquage de la gaine

Si nécessaire, le câble doit être marqué suivant une méthode convenue entre le client et le fournisseur. Les méthodes de marquage les plus courantes sont le marquage en relief, par flocage, en creux, par marquage à chaud et par impression.

Les informations données par le texte du marquage peuvent inclure la longueur du câble, le nombre de fibres, le type des fibres, le nom du fabricant et la date de fabrication.

La longueur de répétition du marquage ne doit pas être de plus d'un mètre. La longueur réelle du câble ne doit pas dépasser $\frac{+1}{0}\%$ de la longueur marquée. Il convient, par exemple, que

le marquage final sur la gaine d'un câble de 1 000 m, si le marquage initial sur la gaine est 0, soit comprise entre 1 000 m et 1 010 m. Occasionnellement, il est permis d'avoir des marquages illisibles à condition qu'un marquage lisible soit présent à moins de 5 m d'un marquage illisible. Les câbles peuvent être marqués une deuxième fois avec une autre couleur contrastée, si le premier marquage n'a pas réussi.

Le marquage peut se faire sur une ou deux lignes. S'il n'y a qu'une ligne, le marquage doit être effectué longitudinalement tout le long du câble. S'il y a deux lignes, elles doivent être diamétralement opposées, le marquage étant effectué longitudinalement tout le long du câble.

La résistance à l'abrasion des marquages de gaines doit être démontrée conformément à la Méthode E2B de l'IEC 60794-1-21.

Pour un marquage sur deux lignes, il est suffisant de procéder à l'essai de résistance à l'abrasion sur une seule des deux lignes.

6.8 Gaz hydrogène

Des lignes directrices sont données pour information dans l'IEC TR 62690.

7 Conditions d'installation et de fonctionnement

Les conditions d'installation et de fonctionnement doivent faire l'objet d'un accord entre le client et le fournisseur. Des lignes directrices sont données dans l'IEC TR 62691.

8 Caractérisation des éléments de câble

Les essais suivants, comme le montre le Tableau 2, sont destinés à caractériser les différents types d'éléments de câble.

Tableau 2 – Caractéristiques de différents types d'éléments de câble

Caractéristiques	Exigences pour la famille IEC 60794-3	Méthode d'essai	Remarques
Dimensions	5.2	IEC 60793-1-21	Revêtement secondaire
Dimensions	5.3, 5.4, 5.6, 5.7	IEC 60811-202 et IEC 60811-203	Revêtement protecteur serré, tube, jonc rainuré et éléments renforcés
Dimensions	5.6.1	IEC 60794-1-23 Méthodes G2, G3 ou G4	Rubans
Courbure		IEC 60794-1-23 Méthode G1	Revêtement secondaire, revêtement protecteur serré, tube
Dénudabilité	5.2	IEC 60793-1-32	Revêtements primaire et secondaire des fibres et revêtements protecteurs
Dénudabilité	5.6.3.2	Selon accord entre fournisseur et fabricant	Ruban
Séparabilité des fibres individuelles du ruban	5.6.3.1	IEC 60794-1-23 Méthode G5	Ruban
Pliures (effet de paille)	5.6	IEC 60794-1-23 Méthode G7	Tube
Torsion	5.6.3.3	IEC 60794-1-23 Méthode G6	Ruban
Ecoulement du composé	5.5	IEC 60794-1-21 Méthode E14	Tube

9 Essais sur les câbles à fibres optiques

La conformité avec les exigences de la spécification doit être vérifiée par des essais effectués selon les exigences de la spécification de famille ou particulière applicable. Des essais appropriés sont présentés dans le Tableau 3. Tous les essais ne doivent pas être nécessairement effectués: la fréquence des essais doit faire l'objet d'un accord entre le client et le fournisseur.

Des lignes directrices sur la qualification des échantillons et sur l'interprétation des résultats d'essais sont données dans l'IEC 60794-1-1. Le nombre de fibres soumises aux essais doit être représentatif de la constitution du câble et doit faire l'objet d'un accord entre le client et le fournisseur.

Pour certains essais applicables à la structure de type 'figure 8', les essais doivent être effectués avec le porteur. Lorsque cela est exigé par certaines pratiques d'installation, le câble 'figure 8' doit aussi pouvoir être soumis aux essais sans le porteur.

Tableau 3 – Essais mécaniques et d'environnement applicables

Caractéristiques	Exigences pour la famille	Méthode d'essai	Remarques
Résistance à la traction		IEC 60794-1-21 Méthode E1	
Résistance à l'abrasion de la gaine		IEC 60794-1-21 Méthode E2A	
Ecrasement		IEC 60794-1-21 Méthode E3	
Chocs		IEC 60794-1-21 Méthode E4	
Courbures répétées		IEC 60794-1-21 Méthode E6	
Torsion		IEC 60794-1-21 Méthode E7	
Pliures (effet de paille)		IEC 60794-1-21 Méthode E10	
Courbures		IEC 60794-1-21 Méthode E11	
Tenue aux plombs de chasse		IEC 60794-1-21 Méthode E13	Câbles aériens avec protection spécifique contre les plombs de chasse
Courbure sous traction		IEC 60794-1-21 Méthode E18	
Vibrations éoliennes		IEC 60794-1-21 Méthode E19	Câbles aériens longue portée se suspension
Performance d'enroulement		IEC 60794-1-21 Méthode E20	Traversées de lacs et de rivières
Cycles de température		IEC 60794-1-22 Méthode F1	
Pénétration d'eau		IEC 60794-1-22 Méthode F5B ou F5C	Câbles étanches à l'eau
Résistance pneumatique		IEC 60794-1-22 Méthode F8	Câbles non remplis protégés par pressurisation
Vieillissement		IEC 60794-1-22 Méthode F9	
Pression hydrostatique		IEC 60794-1-22 Méthode F10	Traversées de lacs et de rivières
Dénudabilité du ruban		IEC 60794-1-21 Méthode E5B	Câbles à rubans

10 Assurance de la qualité

Il est de la responsabilité du fabricant d'établir l'assurance de qualité par des procédures de contrôle de qualité qui assurent que le produit respecte les exigences de la présente norme. Si l'acheteur souhaite spécifier des essais d'acceptation d'autres procédures de qualité, il est essentiel d'obtenir un accord entre le client et le fournisseur au moment de la commande.

Bibliographie

IEC TR 61282-3, *Fibre optic communication system design guides – Part 3: Calculation of link polarization mode dispersion*
(disponible en anglais seulement)

IEC TR 62839-1, *Environmental declaration:Part 1: wires and cables and accessories products specific rules* ⁴
(disponible en anglais seulement)

⁴ A publier.

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