

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Optical fibre cables –

Part 5–10: Family specification – Outdoor microduct optical fibre cables, microducts and protected microducts for installation by blowing

Câbles à fibres optiques –

Partie 5–10: Spécification de famille – Câbles extérieurs à fibres optiques en micro-conduit, micro-conduits et micro-conduits protégés pour installation par soufflage



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.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Optical fibre cables –

Part 5–10: Family specification – Outdoor microduct optical fibre cables, microducts and protected microducts for installation by blowing

Câbles à fibres optiques –

Partie 5–10: Spécification de famille – Câbles extérieurs à fibres optiques en micro-conduit, micro-conduits et micro-conduits protégés pour installation par soufflage

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX



ICS 33.180.01, 33.180.10

ISBN 978-2-8322-1374-2

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

FOREWORD.....	5
1 Scope.....	7
2 Normative references	7
3 Symbols	8
4 General requirements	9
4.1 Construction	9
4.1.1 General	9
4.1.2 Microduct optical fibre cables.....	10
4.1.3 Microduct.....	10
4.1.4 Protected microduct.....	10
4.1.5 Microduct fittings	10
4.1.6 Microduct hardware	11
4.2 Optical fibres	11
4.3 Installation performance tests	11
4.3.1 Installation conditions	11
4.3.2 Tests applicable	11
4.4 Mechanical and environmental tests	12
5 Microduct optical fibre cable	12
5.1 Tests applicable.....	12
5.2 Tensile performance	12
5.3 Crush.....	13
5.4 Impact.....	13
5.5 Repeated bending.....	13
5.6 Torsion	13
5.7 Kink	14
5.8 Bend	14
5.9 Temperature cycling	14
5.10 Water penetration	15
5.11 Ageing	15
5.12 Ribbon strippability	15
5.13 Fibre ribbon separability.....	15
6 Microduct.....	15
6.1 Tests applicable.....	15
6.2 Tensile performance	16
6.3 Crush.....	16
6.4 Impact.....	16
6.5 Repeated bending.....	16
6.6 Torsion	17
6.7 Kink	17
6.8 Bend	17
6.9 Microduct route verification test	17
6.10 Microduct pressure withstand.....	17
6.11 Ageing	18
7 Protected microduct(s)	18

7.1	Tests applicable	18
7.2	Tensile performance	18
7.3	Crush	19
7.4	Impact	19
7.5	Repeated bending	19
7.6	Kink	19
7.7	Bend	20
7.8	Microduct route verification test	20
7.9	Microduct pressure withstand	20
7.10	Ageing	20
Annex A (informative) Examples of microduct optical fibre cables and microducts		21
Annex B (informative) Family specifications for microduct optical fibre cable, microduct and protected microduct (blank detail specifications and minimum requirements)		23
B.1	Microduct optical fibre cable description	23
B.2	Microduct description	24
B.3	Protected microduct description	25
Annex C (normative) Product constructions		26
Annex D (normative) Transmission requirements		29
D.1	Attenuation of cabled fibre	29
D.2	Fibre bandwidth requirements	30
Annex E (normative) IEC 60794-1-21, Method Exx – Microduct inner clearance test		31
E.1	Object	31
E.2	General	31
E.3	Sample	31
E.4	Test equipment	31
E.5	Procedure	31
E.6	Requirements	31
E.7	Details to be recorded	31
Bibliography		33
Figure A.1 – Microduct optical fibre cables (not to scale)		21
Figure A.2 – Protected microduct in pre-installed ducts (not to scale)		21
Figure A.3 – Protected microduct with tight integral outer duct (not to scale)		22
Table 1 – Tests applicable for installation performance		12
Table 2 – Tests applicable for mechanical and environmental performance of microduct cable		12
Table 3 – Tests applicable for mechanical and environmental performance of a microduct		15
Table 4 – Tests applicable for mechanical and environmental performance of a protected microduct		18
Table C.1 – Outdoor microduct optical fibre cable construction		26
Table C.2 – Microduct construction		27
Table C.3 – Protected microduct construction		28
Table D.1 – Multimode maximum cable attenuation coefficient (dB/km)		29
Table D.2 – Single-mode maximum cable attenuation coefficient (dB/km) – Premises cabling applications		29

Table D.3 – Single-mode maximum cable attenuation coefficient (dB/km) – All other applications	29
Table D.4 – Minimum multimode fibre bandwidth (MHz × km)	30

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

OPTICAL FIBRE CABLES –

**Part 5–10: Family specification –
Outdoor microduct optical fibre cables, microducts and protected
microducts
for installation by blowing**

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 60794-5-10 has been prepared by subcommittee 86A: Fibres and cables, of IEC technical committee 86: Fibre optics.

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

CDV	Report on voting
86A/1496/CDV	86A/1542/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 of 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 web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

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

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 5-10: Family specification – Outdoor microduct optical fibre cables, microducts and protected microducts for installation by blowing

1 Scope

This part of IEC 60794 is a family specification that covers outdoor microduct optical fibre cables for installation by blowing and the associated microducts, which together make up a microduct optical fibre cable system. Although primarily designed for use with outdoor microduct applications, the cable products specified herein may be used individually for short lengths in other applications as agreed upon between supplier and customer. These may include short runs inside a building or in other outdoor applications, such as a transition between separate (unconnected) microduct systems, or from a microduct system to some other protective structure such as a cable conduit or tray.

Systems built with components covered by this standard are subject to the requirements of IEC 60794-5 where applicable.

Annex A shows examples of microduct optical fibre cables and microducts. Annex B describes a blank detail specification for outdoor microduct optical fibre cables and the associated microducts, and incorporates some minimum requirements. Detail product specifications may be prepared on the basis of this family specification using Annex B as a guide. Annex C provides normative requirements for microduct optical fibre cables.

The parameters specified in this standard may be affected by measurement uncertainty arising either from measurement errors or calibration errors due to lack of suitable standards. Acceptance criteria should be interpreted with respect to this consideration.

The number of fibres and microducts tested shall be representative of the microduct optical fibre cable design and should be agreed between customer and supplier.

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

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

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

IEC 60794 (all parts), *Optical fibre cables*

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

IEC 60794-1-2, *Optical fibre cables – Part 1-2: Generic specification – Basic optical cable test procedures*

IEC 60794-1-22:2012, *Optical fibre cables – Part 1-22: Generic specification – Basic optical cable test procedures – Environmental test methods*

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

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

IEC 60794-2, *Optical fibre cables – Part 2: Indoor optical fibre cables – Sectional specification*

IEC 60794-3, *Optical fibre cables – Part 3: Sectional specification – Outdoor cables*

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

IEC 60794-5, *Optical fibre cables – Part 5: Sectional specification – Microduct cabling for installation by blowing*

IEC 60794-5-20, *Optical fibre cables – Part 5-20: Family specification – Outdoor microduct fibre units, microducts and protected microducts for installation by blowing*¹

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 60811-601, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 601: Physical tests – Measurement of the drop-point of filling compounds*

IEC 60811-602, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 602: Physical tests – Separation of oil in filling compounds*

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

ISO/IEC 11801, *Information technology – Generic cabling for customer premises*

3 Symbols

For the purposes of this document, the following symbols apply.

ΔD	Minimum wall thickness
$\Delta D'$	Minimum thickness of the outer sheath of the protected microduct
d	Nominal outer diameter of the microduct cable

¹ To be published.

DS	Detail specification
ID	Nominal inner diameter of the microduct
OD	Nominal outer diameter of the microduct
OD'	Nominal outer diameter of the protected microduct
T_{A1}	Temperature cycling test low-temperature limit (usage and storage) according to IEC 60794-1-22, Method F1
T_{A2}	Temperature cycling test secondary low-temperature limit for extended storage temperature range according to IEC 60794-1-22, Method F1
T_{B1}	Temperature cycling test high-temperature limit (usage and storage) according to IEC 60794-1-22, Method F1
T_{B2}	Temperature cycling test secondary high-temperature limit for extended storage temperature range according to IEC 60794-1-22, Method F1
t_1	Temperature cycling dwell time
$n \times d$	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 the microduct used for determining appropriate sizes for bends, mandrels, etc.
$n \times OD'$	The product of a variable and the outer diameter of the protected microduct used for determining appropriate sizes for bends, mandrels, etc.
W	Weight of 1 km of microduct, protected microduct or microduct optical fibre cable

4 General requirements

4.1 Construction

4.1.1 General

In addition to the construction requirements of IEC 60794-5, where applicable, the following considerations apply to outdoor microduct optical fibre cables and their corresponding microducts and protected microducts.

The products covered in this specification shall be designed and manufactured for expected operating lifetimes of at least 20 years. The microduct optical fibre cables are designed to be installed in microducts or protected microducts and in appropriate housings. The microducts and protected microducts that are compatible for use with microduct optical fibre cables are defined in this standard. Microduct optical fibre cables are optimized for installation and operational life in these microducts.

It shall be possible to install or remove the microduct optical fibre cable from microduct or protected microduct by blowing during the operational lifetime, except under the following conditions:

- products are compromised by multiple installation or removal operations;
- microducts fouled with sediment, debris or other foreign matter due to inadequate maintenance;
- microducts subsequently damaged by extrinsic factors such as diggings, earth upheavals, etc.

In such cases, the affected section of microduct shall be cleared or repaired, or products replaced prior to any microduct cable installations.

The microduct fitness should be verified with dimensional clearance and static pressure testing of the microduct route.

The materials in the microduct optical fibre cable, microduct or protected microduct shall not present a health hazard within its intended use.

4.1.2 Microduct optical fibre cables

Microduct optical fibre cables are suitable for installation by blowing into a microduct. Although not specifically addressed by cable products specifications such as IEC 60794-2, IEC 60794-3 or IEC 60794-4, cable products specifically designed for installation by blowing into microducts may also comply with other such industry standards and specifications. However, they are often not as mechanically robust as traditional outdoor optical fibre cables and, therefore, require the use of suitable installation and handling practices to prevent damage. Ad hoc installation practices could degrade optical performance or reduce the products' operating lifetimes.

4.1.3 Microduct

A microduct suitable for installation of microduct cables is a small, flexible, lightweight tube with an outer diameter typically less than 16 mm. Compared to microduct fibre units (see IEC 60794-5-20), microduct cables are more mechanically robust, but they place greater reliance on microducts and protected microducts or appropriate closures to provide mechanical protection than do traditional cables. Therefore, a microduct shall meet the realistic impact, compression and bending requirements for an application. A protected microduct may be required.

Microducts shall be able to resist pressure differences needed for installation by blowing. The microducts shall be circular and uniform in cross-section throughout their length and their inner surface may have a low coefficient of friction. Inner and outer diameters shall be specified. As an option, a supplier may provide a special lining or lubricating coating on the interior of the microduct to aid installation. These layers should not reduce the specified inside diameter of the microduct.

Microducts generally are intended for benign installation within ducts or as components within a protected microduct as described in 4.1.1.3. In all cases, it shall be possible to identify each individual microduct throughout its length. When using colours they shall conform to IEC 60304.

Microducts installed outdoors and not occupied shall be sealed at each end to prevent the introduction of moisture, debris, insects or other such foreign contaminants that could subsequently hinder the successful installation of cable. Microducts installed outdoors and not immediately occupied shall be tested for obstruction prior to use.

4.1.4 Protected microduct

A protected microduct is one or more microducts surrounded by a protective sheath, a larger protective duct and/or an integral thick sheath such that it complies with the requirements of Clause 7. A protected microduct can provide additional crush and impact protection compared to a stand-alone microduct. This additional protection may be needed for a specific operating environment or installation method. The protective sheath may include an integrated layer of armouring or thicker outer sheath. In all cases, it shall be possible to identify each individual microduct throughout its length. When using colours, they shall conform to IEC 60304.

4.1.5 Microduct fittings

Microduct fittings are components needed to physically align, connect and seal the junction between two or more sections of microduct, or to connect microduct to hardware. Multiple microducts may be connected in series in order to support extended microduct cable installation distances, or connected in a branch-type configuration with multiple output termini for a given input, within the same system. The latter may be employed in campus type local area networks (LANs) or fibre-to-the-premises (FTTP) applications to allow for additional flexibility that can support frequent changes to the physical optical distribution system.

Fittings should be appropriate to the microduct construction. Mechanical and environmental performance requirements of fittings may also require that such be tested while attached to sections of ducting (or hardware) to ensure intermateability and operational compatibility. The specific physical and material attributes of any fittings used should be agreed between customer and supplier.

Microduct fittings shall be able to resist pressure differences needed for installing microduct cables by blowing. Fittings shall allow for the smooth transition of microduct cables between successive sections of microduct, or between microducts and hardware, and shall be constructed and installed to prevent jamming of the microduct cable at splice, branch or other connection points under maximum installation pressures.

Successive sections of microduct may also be welded or otherwise secured together along the same longitudinal axis without the use of mechanical fittings. Such junctions shall meet the same mechanical and dimensional requirements as for joints made using mechanical fittings.

Translucent or transparent materials may be used to support the identification of populated microducts, and for troubleshooting installation related issues.

4.1.6 Microduct hardware

Microduct hardware includes the housings and closures that support the termination of microduct cables, to include splicing or connectorization. Because microduct cables are generally compatible with traditional outdoor fibre optic cable hardware, accounting for the relatively small size, no specific requirements for microduct hardware are included herein. In some applications, it may be appropriate to use hardware that is compatible with the microducts in order to create a sealed microduct cabling system. One example is when empty microducts are pre-installed in hardware to support future microduct cable placement.

4.2 Optical fibres

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

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

The transmission performance shall be in accordance with Annex D.

4.3 Installation performance tests

4.3.1 Installation conditions

A test route may be used to verify the field performance of a microduct cable, microduct, and/or protected microduct as agreed between customer and supplier. Ambient conditions can affect installation performance and therefore should be monitored. Alternately, the supplier can provide performance data from a specified test route under specific ambient conditions using a specified installation method.

Verifying that a microduct cable or microduct can be installed using a blown installation technique is critical. Any installation performance requirement shall be agreed upon between customer and supplier.

4.3.2 Tests applicable

The tests that are applicable for installation performance are given in Table 1.

Table 1 – Tests applicable for installation performance

Characteristics	Family requirements	Test methods	Remarks
General requirements	Agreement between customer and supplier		
Route verification test	Agreement between customer and supplier	IEC 60794-1-21, Method E23	
Installation test	Agreement between customer and supplier	IEC 60794-1-21, Method E24	

4.4 Mechanical and environmental tests

Based on the expected operating conditions over the life of the product, including the mechanical loads exerted on the product during installation, the following sections specify product performance for microduct cables, microducts and protected microducts.

5 Microduct optical fibre cable

5.1 Tests applicable

The tests that are applicable for mechanical and environmental performance are given in Table 2.

Table 2 – Tests applicable for mechanical and environmental performance of microduct cable

Characteristics	Family requirements	Test methods	Remarks
Tensile performance	5.2	IEC 60794-1-21, Method E1	
Crush	5.3	IEC 60794-1-21, Method E3	
Impact	5.4	IEC 60794-1-21, Method E4	
Repeated bending	5.5	IEC 60794-1-21, Method E6	
Torsion	5.6	IEC 60794-1-21, Method E7	
Kink	5.7	IEC 60794-1-21, Method E10	
Bend	5.8	IEC 60794-1-21, Method E11B	
Temperature cycling	5.9	IEC 60794-1-22, Method F1	
Water penetration	5.10	IEC 60794-1-22, Method F5B	
Ageing	5.11	IEC 60794-1-22, Method F9	
Fibre ribbons (if used)			
Ribbon stripping	5.12	IEC 60794-1-21, Method E5B	
Separability of individual fibres from ribbon	5.13	IEC 60794-1-23, Method G5	

5.2 Tensile performance

a) Family requirements

Under short-term tensile load the fibre strain shall not exceed 60 % of the fibre proof strain. After removal of load, there shall be no change in attenuation. Other criteria may be agreed between customer and supplier.

Under visual examination without magnification there shall be no damage to the sheath or to the cable elements.

b) Test conditions

Method:	IEC 60794-1-21, Method E1
Length under tension:	Not less than 50 m. Shorter lengths may be used by agreement between customer and supplier, taking into account the measurement accuracy and end effects
Fibre length:	Finished cable length
Tensile load on cable:	$1 \times W$
Diameter of test pulleys:	Not less than the minimum loaded bending diameter specified for the microduct optical fibre cable

5.3 Crush

a) Family requirements

After removal of the short-term load, there shall be no change in attenuation. Under visual examination, there shall be no damage to the microduct cable. The imprint of the plate or mandrel on the microduct cable is not considered mechanical damage.

b) Test conditions

Method:	IEC 60794-1-21, Method E3A
Load (plate/plate):	500 N
Duration of load:	1 min

5.4 Impact

a) Family requirements

Under visual examination without magnification there shall be no damage to the sheath or to the cable elements. The imprint of the striking surface on the sheath is not considered mechanical damage.

The residual increase in attenuation shall be $<0,1$ dB at 1 550 nm.

b) Test conditions

Method:	IEC 60794-1-21, Method E4
Number of impacts:	One in 3 different places spaced not less than 500 mm apart
Striking surface radius:	300 mm
Impact energy:	1 J

5.5 Repeated bending

a) Family requirements

Under visual examination without magnification there shall be no damage to the sheath and to the cable elements.

b) Test conditions

Method:	IEC 60794-1-21, Method E6
Bending diameter:	$40 \times d$
Load:	Adequate to assure uniform contact with the mandrel
Number of cycles:	25

5.6 Torsion

a) Family requirements

Under visual examination without magnification there shall be no damage to the sheath or to the cable elements.

There shall be no change in attenuation after the test.

b) Test conditions

Method: IEC 60794-1-21, Method E7

Length under test: 2 m

5.7 Kink

a) Family requirements

Under visual examination, without magnification, there shall be no damage to the cable.

b) Test conditions

Method: IEC 60794-1-21, Method E10

Minimum diameter: $40 \times d$

5.8 Bend

a) Family requirements

There shall be no change in attenuation after the test when measured at room temperature.

If required, the change in attenuation when tested at -30 °C shall be $\leq 0,1\text{ dB}$ for single-mode fibre and $\leq 0,4\text{ dB}$ for multimode fibre.

b) Test conditions

Method: IEC 60794-1-21, Method E11A

Diameter of mandrel: $40 \times d$

Number of turns/helix: 4

Number of cycles: 3

5.9 Temperature cycling

a) Family requirements

Attenuation measurements shall be taken during the last cycle.

For T_{A1} to T_{B1} there shall be no change in attenuation as defined in IEC 60794-1-1.

For T_{A1} to T_{A2} and T_{B1} to T_{B2} , the change in attenuation coefficient shall be:

– $\leq 0,15\text{ dB/km}$ for single-mode fibre and shall be reversible to measurement uncertainty when measured in the 1 550 nm region.

– $\leq 0,3\text{ dB/km}$ for multimode fibre and shall be reversible to measurement uncertainty when measured in the 1 300 nm region.

b) Test conditions

Method: IEC 60794-1-22, Method F1

Sample length under test: Finished microduct cable, length of at least 1 000 m.

High temperature, TB2: $+60\text{ °C}$ to $+70\text{ °C}$, depending on customer requirements.

High temperature, TB1: $+30\text{ °C}$ to $+60\text{ °C}$ depending on customer requirements.

Low temperature, TA1: -15 °C .

Low temperature, TA2: TA1 to -30 °C or -40 °C depending on customer requirements.

NOTE Other temperature values corresponding to specific climate conditions can be agreed between supplier and customer.

Number of cycles: 2

5.10 Water penetration

a) Family requirements

The cable shall not propagate water longitudinally according to requirements of IEC 60794-1-2, Method F5B.

b) Test conditions

Method: IEC 60794-1-22, Method F5B

5.11 Ageing

a) Family requirements: according to 11.5 of IEC 60794-1-22:2012, Method F9

b) Test conditions

Method: IEC 60794-1-22, Method F9

5.12 Ribbon strippability

a) Family requirements

At least 25 mm of the ribbon matrix and the fibres' protective coatings shall be removable with commercially available stripping tools with no fibre breakage. Any remaining coating residue shall be readily removable using isopropyl alcohol wipes.

b) Test conditions

Method: IEC 60794-1-21, Method E5B

5.13 Fibre ribbon separability

a) Family requirements

Maximum tear force 4,4 N

b) Test conditions

Method: IEC 60794-1-22, Method G5

6 Microduct

6.1 Tests applicable

Tests shall be selected from Table 3, in accordance with the relevant product specification. If the microduct is only to be used in a protected microduct, some tests may not be relevant.

Table 3 – Tests applicable for mechanical and environmental performance of a microduct

Characteristics	Family requirements	Test methods	Remarks
Tensile performance	6.2	Under consideration, IEC 60794-1-21 Method E1	
Crush	6.3	IEC 60794-1-21 Method E3A	
Impact	6.4	Under consideration, IEC 60794-1-21 Method E4	
Repeated bending	6.5	IEC 60794-1-21 Method E6	
Torsion	6.6	IEC 60794-1-21 Method E7	
Kink	6.7	IEC 60794-1-21 Method E10	

Characteristics	Family requirements	Test methods	Remarks
Bend	6.8	IEC 60794-1-21 Method E11B	
Microduct route verification test	6.9	IEC 60794-1-21, Method E23	
Microduct pressure withstand	6.10	IEC 60794-1-22, Method F13	
Ageing	6.11	Under consideration	

6.2 Tensile performance

a) Family requirements

Under visual examination without magnification there shall be no damage after the test and the microduct shall pass the inner clearance test (Annex E).

b) Test conditions

Method: Generally IEC 60794-1-21, Method E1

NOTE Use of IEC 60811-501 is under consideration.

Microduct length under tension: >1 m

Tensile load on microduct: $1 \times W$

Duration of load: 10 min

6.3 Crush

a) Family requirements

Under visual examination, without magnification, there shall be no damage to the microduct. After the recovery time, the microduct shall pass the inner clearance test (Annex E) and there shall be no splitting or permanent damage. The imprint of the plate is not considered as mechanical damage.

b) Test conditions

Method: IEC 60794-1-21, Method E3A

Sample length: 250 mm

Load (plate/plate): 500 N

Duration time: 1 min

Recovery time: 1 h

6.4 Impact

a) Family requirements

Under visual examination without magnification there shall be no damage to the microducts. The microduct shall pass the inner clearance test (Annex E) and there shall be no splitting or permanent damage. The imprint of the striking surface on the microduct is not considered mechanical damage.

b) Test conditions

Method: IEC 60794-1-21, Method E4

Striking surface radius: 300 mm

Impact energy: 1 J

Recovery time: 1 h

Number of impacts: One in 3 different places spread not less than 500 mm apart

6.5 Repeated bending

a) Family requirements

Under visual examination without magnification there shall be no damage to the microducts. The microduct shall pass the inner clearance test (Annex E) and there shall be no splitting or permanent damage.

b) Test conditions

Method:	IEC 60794-1-21, Method E6
Bending diameter:	40 × OD
Load:	Adequate to assure uniform contact with the mandrel
Number of cycles:	25

6.6 Torsion

a) Family requirements

Under visual examination without magnification there shall be no damage to the microducts. The microduct shall pass the inner clearance test (Annex E) and there shall be no splitting or permanent damage.

b) Test conditions

Method:	IEC 60794-1-2, Method E7
Maximum gauge length:	2 m

6.7 Kink

a) Family requirements

Under visual examination, without magnification, there shall be no damage to the microducts after the test and shall pass the inner clearance test (Annex E). The microduct shall attain the required minimum diameter without kinking.

b) Test conditions

Method:	IEC 60794-1-21, Method E10
Minimum diameter:	20 × OD

6.8 Bend

a) Family requirements

The outer and inner diameter of the microducts shall show, under visual examination without magnification, no damage and after the test and shall pass the inner clearance test (Annex E).

b) Test conditions

Method:	IEC 60794-1-21, Method E11B
Diameter of mandrel:	40 × OD
Number of cycles:	3

6.9 Microduct route verification test

a) Family requirements

Objects of the required size can be passed through the microduct.

b) Test conditions

Method:	IEC 60794-1-21, Method E23
---------	----------------------------

6.10 Microduct pressure withstand

a) Family requirements

Under visual examination, without magnification, there shall be no damage to the microducts.

b) Test conditions

Method:	IEC 60794-1-22, Method F13
---------	----------------------------

All microducts shall resist an air pressure of at least $2,5 \times$ the installation pressure at a temperature of 20 °C for a period of 0,5 h.

All microducts shall resist a proof test pressure of at least $1,3 \times$ the installation pressure at a temperature of 40 °C for a period of 24 h.

6.11 Ageing

a) Family requirements

Tests to be performed after the aging period should be agreed between the customer and supplier and may include dimensions, inner clearance test, shrinkage, changes to surface finish, pressurization or installation test of the microduct cable.

b) Test conditions

Method: Under consideration

Ageing condition: Under consideration (+60 °C for 3 months; 7 days at 70 °C; 7 days at 85 °C)

7 Protected microduct(s)

7.1 Tests applicable

Tests shall be selected from Table 4, in accordance with the relevant product specification.

Table 4 – Tests applicable for mechanical and environmental performance of a protected microduct

Characteristics	Family requirements	Test methods	Remarks
Tensile performance	7.2	Under consideration, IEC 60794-1-21, Method E1	
Crush	7.3	IEC 60794-1-21, Method E3A	
Impact	7.4	IEC 60794-1-21, Method E4	
Repeated bending	7.5	IEC 60794-1-21, Method E6	
Kink	7.6	IEC 60794-1-21, Method E10	
Bend	7.7	IEC 60794-1-21, Method E11B	
Microduct route verification test	7.8	IEC 60794-1-21, Method E23	
Microduct pressure withstand	7.9	IEC 60794-1-22, Method F13	
Ageing	7.10	Under consideration	

7.2 Tensile performance

a) Family requirements

Under visual examination, without magnification, there shall be no damage after the test and the test shall pass the inner clearance test (Annex E).

b) Test conditions

Method: Generally to IEC 60794-1-21, Method E1

NOTE Use of IEC 60811-501 is under consideration.

Microduct length under tension: >1 m

Tensile load on microduct:	$1 \times W$
Duration of load:	10 min

7.3 Crush

a) Family requirements

Under visual examination, without magnification, the microduct shall show no damage. After the recovery time the microduct shall pass the inner clearance test (Annex E) and there shall be no splitting or permanent damage. The imprint of the plate is not considered as mechanical damage.

b) Test conditions

Method:	IEC 60794-1-21, Method E3A
Sample length:	250 mm
Load:	1 kN (duct); 2 kN (buried)
Duration time:	1 min
Recovery time:	1 h

7.4 Impact

a) Family requirements

Under visual examination without magnification there shall be no damage to the microducts. The microduct shall pass the inner clearance test (Annex E) and there shall be no splitting or permanent damage. The imprint of the striking surface on the microduct is not considered as mechanical damage.

b) Test conditions

Method:	IEC 60794-1-21, Method E4
Striking surface radius:	300 mm
Impact energy:	3 J (duct); 15 J (buried)
Recovery time:	1 h
Number of impacts:	One in 3 different places spread not less than 500 mm apart

7.5 Repeated bending

a) Family requirements

Under visual examination without magnification there shall be no damage to the microducts. The microduct shall pass the inner clearance test (Annex E) and there shall be no splitting or permanent damage.

b) Test conditions

Method:	IEC 60794-1-21, Method E6
Bending diameter:	$40 \times OD'$
Load:	Adequate to assure uniform contact with the mandrel
Number of cycles:	25

7.6 Kink

a) Family requirements

Under visual examination, without magnification, there shall be no damage to the microducts after the test and shall pass the inner clearance test (Annex E).

The microduct shall attain the required minimum diameter without kinking.

b) Test conditions

Method:	IEC 60794-1-21, Method E10
Minimum diameter:	$20 \times OD'$

7.7 Bend

a) Family requirements

The outer and inner diameter of the microducts shall show, under visual examination without magnification, no damage and after the test and shall pass the inner clearance test (Annex E).

b) Test conditions

Method:	IEC 60794-1-21, Method E11B
Diameter of mandrel:	40 × OD'
Number of cycles:	3

7.8 Microduct route verification test

a) Family requirements

Objects of the required size can be passed through the microduct.

b) Test conditions

Method:	IEC 60794-1-21, Method E23
---------	----------------------------

7.9 Microduct pressure withstand

a) Family requirements

Under visual examination, without magnification, there shall be no damage to the microducts.

b) Test conditions

Method:	IEC 60794-1-22, Method F13
---------	----------------------------

All microducts shall resist an air pressure of at least $2,5 \times$ the installation pressure at a temperature of 20 °C for a period of 0,5 h.

All microducts shall resist a proof test pressure of at least $1,3 \times$ the installation pressure at a temperature of 40 °C for a period of 24 h.

7.10 Ageing

a) Family requirements

Under consideration.

Tests to be performed after the aging period should be agreed between the customer and supplier and can include dimensions, inner clearance test, shrinkage, changes to surface finish, pressurization or installation test of the microduct cable.

b) Test conditions

Method:	Under consideration
Ageing condition:	Under consideration (+60 °C for 3 months; 7 days at 70 °C; 7 days at 85 °C)

Annex A
(informative)

Examples of microduct optical fibre cables and microducts

Figures A.1, A.2 and A.3 provide examples of different microduct optical fibre cables and microducts.

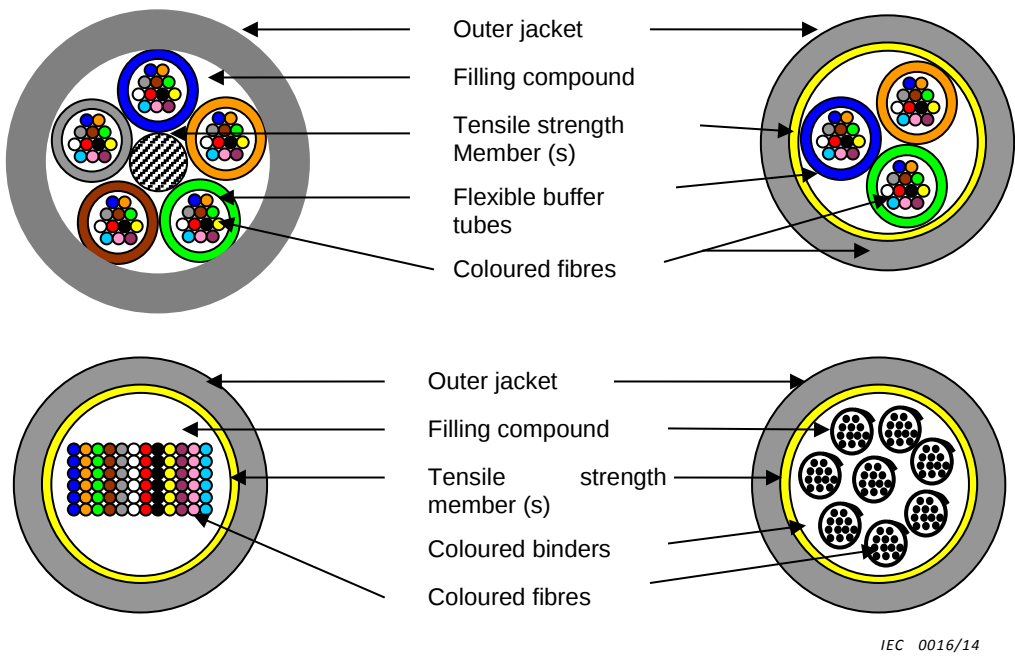


Figure A.1 – Microduct optical fibre cables (not to scale)

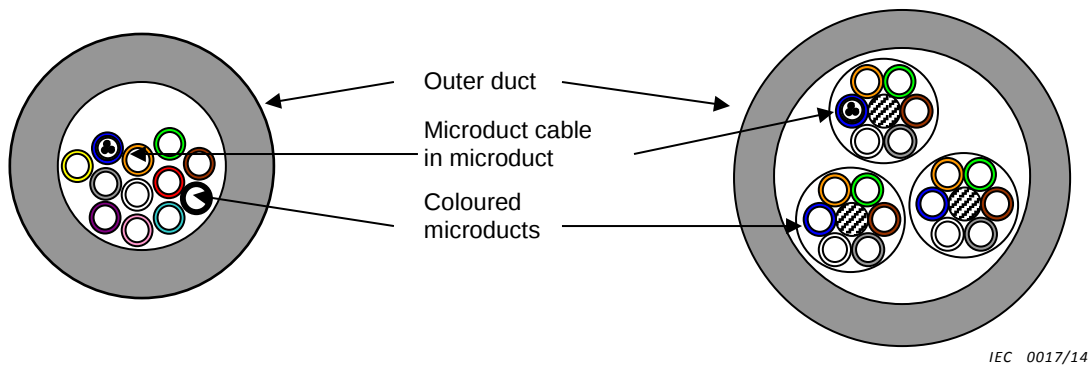


Figure A.2 – Protected microduct in pre-installed ducts (not to scale)

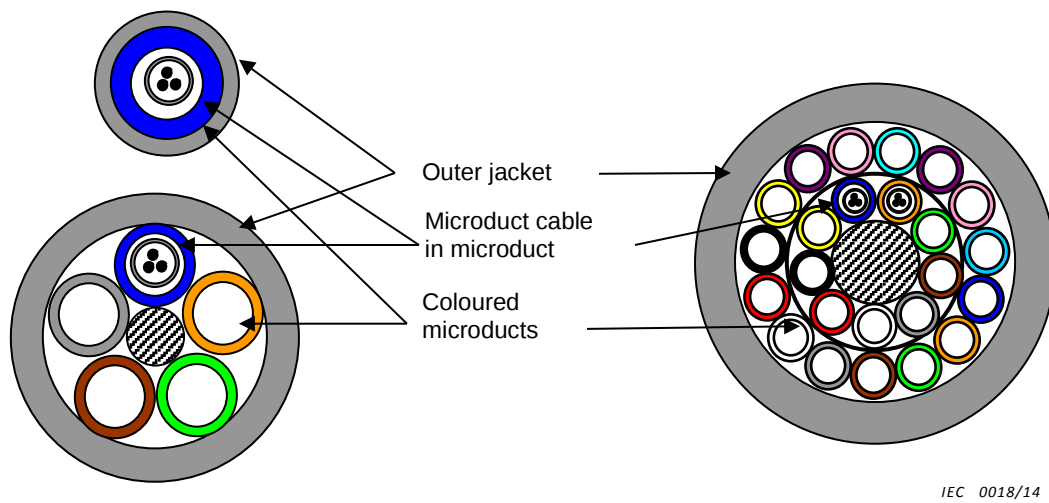


Figure A.3 – Protected microduct with tight integral outer duct (not to scale)

Annex B (informative)

Family specifications for microduct optical fibre cable, microduct and protected microduct (blank detail specifications and minimum requirements)

B.1 Microduct optical fibre cable description

(1) Prepared by		(2) Document No: Issue: Date:
(3) Available from:	(4) Generic specifications: IEC 60794-1-1 and IEC 60794-1-2 Sectional specification: IEC 60794-5 Family specification: IEC 60794-5-10	
(5) Additional references:		
(6) Microduct optical fibre cable description:		
(7) Microduct optical fibre cable construction:		
Optical fibres Range of fibre count Cable construction – Unfilled – Filled Sheath Additional armouring (optional) – Non-metallic armouring – Metallic armouring Additional outer sheath (optional) Marking identification – Customer requirement – Identification of manufacturer		Additional remarks
(8) Application information:		
Maximum outer diameter (d) Rated maximum tensile load Minimum bending radius for no-load bending Minimum bending radius for rated-load bending Temperature range: – Transport and storage – Installation – Operation Manufacturing length – Typical – Nominal/tolerances		mm N mm or $n \times d$ mm or $n \times d$ °C °C °C m 0 +1 %

B.2 Microduct description

(1) Prepared by		(2) Document No: Issue: Date:
(3) Available from:	(4) Generic specifications: IEC 60794-1-1 and IEC 60794-1-2 Sectional specification: IEC 60794-5 Family specification: IEC 60794-5-10	
(5) Additional references:		
(6) Microduct description		
(7) Microduct construction		
Microduct Microduct sheath Additional microduct outer sheath (optional) Microduct marking identification – Customer requirement – Identification of manufacturer		Additional remarks
(8) Application information:		
Maximum outer diameter (OD) Minimum inner diameter (ID) Minimum thickness (ΔD) Rated maximum tensile load Minimum bending radius for no-load bending Minimum bending radius for rated-load bending Temperature range: – Transport and storage – Installation – Operation Manufacturing tube length – Typical – Nominal/tolerances		mm mm mm N mm or $n \times OD$ mm or $n \times OD$ °C °C °C m $\begin{matrix} 0 \\ +1 \end{matrix} \%$

B.3 Protected microduct description

(1) Prepared by		(2) Document No: Issue: Date:
(3) Available from:	(4) Generic specifications: IEC 60794-1-1 and IEC 60794-1-2 Sectional specification: IEC 60794-5 Family specification: IEC 60794-5-10	
(5) Additional references:		
(6) Microduct bundle description		
(7) Microduct bundle construction		
Microduct – Material – Range of microduct count Microduct bundle sheath Additional bundle armouring (optional) – Non-metallic armouring – Metallic armouring Additional bundle outer sheath (optional) Microduct bundle marking identification – Customer requirement – Identification of manufacturer		Additional remarks
(8) Application information:		
Microduct – Maximum outer diameter (OD) – Minimum inner diameter (ID) – Minimum thickness (ΔD) – Rated maximum tensile load – Minimum bending radius for no-load bending – Minimum bending radius for rated-load bending Microduct bundle ^a – Maximum outer diameter (OD') – Minimum inner diameter (ID) – Minimum thickness (ΔD) – Rated maximum tensile load – Minimum bending radius for no-load bending – Minimum bending radius for rated-load bending Temperature range: – Transport and storage – Installation – Operation Manufacturing tube length – Typical – Nominal/tolerances		mm mm mm N mm or $n \times OD$ mm or $n \times OD$ mm mm mm N mm or $n \times OD'$ mm or $n \times OD'$ °C °C °C m 0 +1 %
^a Not applicable to bundles of microducts installed loosely into pre-existing ducts.		

Annex C (normative)

Product constructions

Tables C.1, C.2 and C.3 describe different types of constructions.

Table C.1 – Outdoor microduct optical fibre cable construction

Characteristics	Family requirements	Test methods	Remarks
Lay-up	According to DS	Visual inspection	
Microduct optical fibre cable core	According to DS		
– Filling compound (if used)	According to DS	Either IEC 60794-1-21, Method E14 or IEC 60811-601 IEC 60811-602 IEC 60811-604	
– Dry blocking compound	According to DS	Under consideration	
Strength member(s)	According to DS	Visual inspection	
Outer cable sheath			
– Material	According to DS		
– Minimum sheath thickness	According to DS	IEC 60811-202	
– Outer cable diameter	According to DS	IEC 60811-203	
Optional protection	According to DS		
– Moisture barrier	According to DS		
– Metallic tapes:	According to DS		
Sheath abrasion	According to DS	IEC 60794-1-21, Method E2A	
Sheath marking			
– Configuration, dimensions	According to DS	Visual inspection	
– Abrasion resistance	According to DS	IEC 60794-1-21, Method E2A	Steel needle diameter d = 1,0 mm load: 4 N
		Or IEC 60794-1-21, Method E2B	
Microduct cable length		Under consideration	

Table C.2 – Microduct construction

Characteristics	Family requirements	Test methods	Remarks
Material	According to DS		
Outer microduct diameter	According to DS	IEC 60811-203	
Inner microduct diameter	According to DS	IEC 60811-203	This method may be adapted to measure the inner diameter
Minimum microduct thickness	According to DS	IEC 60811-202	
Strength member(s)	According to DS	Visual inspection	
Outer microduct sheath			
– Material	According to DS		
– Minimum sheath thickness	According to DS	IEC 60811-203	
– Outer microduct diameter	According to DS	IEC 60811-202	
Optional protection	According to DS		
– Moisture barrier	According to DS		
– Metallic tapes:	According to DS		
Sheath abrasion	According to DS	IEC 60794-1-21, Method E2A	
Sheath marking			
– Configuration, dimensions	According to DS	Visual inspection	
– Abrasion resistance	According to DS	IEC 60794-1-21, Method E2A	Steel needle diameter d = 1,0 mm load: 4 N
		Or IEC 60794-1-21, Method E2B	
Microduct length		Under consideration	

Table C.3 – Protected microduct construction

Characteristics	Family requirements	Test methods	Remarks
Microduct material	According to DS		
Outer microduct diameter	According to DS	IEC 60811-203	
Inner microduct diameter	According to DS	IEC 60811-203	This method may be adapted to measure inner diameter
Minimum microduct thickness	According to DS	IEC 60811-202	
Lay-up	According to DS	Visual inspection	
Microduct bundle strength member(s)	According to DS	Visual inspection	
Outer microduct bundle sheath			
– Material	According to DS		
– Minimum sheath thickness	According to DS	IEC 60811-202	
– Outer microduct bundle diameter	According to DS	IEC 60811-203	
Optional protection	According to DS		
– Moisture barrier	According to DS		
– Metallic tapes:	According to DS		
Sheath abrasion	According to DS	IEC 60794-1-21, Method E2A	
Sheath marking			
– Configuration, dimensions	According to DS	Visual inspection	
– Abrasion resistance	According to DS	IEC 60794-1-21, Method E2A	Steel needle diameter d = 1,0 mm load: 4 N
		Or IEC 60794-1-21 Method E2B	
Protected microduct length		Under consideration	

Annex D (normative)

Transmission requirements

D.1 Attenuation of cabled fibre

Depending on the fibre category, the attenuation coefficient of the cabled fibre shall be less than the maximum values in Table D.1 for multimode fibres and less than the maximum values in Table D.2 for single-mode fibres – for the wavelengths as stated in the tables. These values are relevant for premises cabling covered in certain specifications in the IEC 60794 series and in ISO/IEC 11801, as appropriate. Maximum values for the other specifications in the IEC 60794 series are given in Table D.3.

The fibre category shall be agreed between customer and supplier.

Table D.1 – Multimode maximum cable attenuation coefficient (dB/km)

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

Table D.2 – Single-mode maximum cable attenuation coefficient (dB/km) – Premises cabling applications

Fibre category	Wavelengths nm	Maximum attenuation coefficient	Performance code
IEC 60793-2-50, B1.1, B1.3, B6_a1 or B6_a2	1 310, 1 550	1,0	OS1
IEC 60793-2-50, B1.3, B6_a1 or B6_a2	1 310, 1 383, 1 550	0,4	OS2

Table D.3 – Single-mode maximum cable attenuation coefficient (dB/km) – All other applications

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)	0,40	N/A ^b	0,5	0,40 ^a
IEC 60793-2-50, B1.2 (cut-off shifted)	N/A	N/A	0,30	0,40 ^a
IEC 60793-2-50, B1.3 (extended band)	0,40	0,40	0,30	0,40 ^a
IEC 60793-2-50, B2 (dispersion shifted)	N/A	N/A	0,35	0,40 ^a
IEC 60793-2-50, B4 (non-zero dispersion shifted)	N/A	N/A	0,35	0,40 ^a
IEC 60793-2-50, B5 (wideband non-zero dispersion shifted)	N/A	N/A	0,35	0,40 ^a
IEC 60793-2-50, B6_a1 or B6_a2 (bending loss insensitive)	0,40	0,40	0,30	0,40 ^a
^a 1 625 nm performance is optional, depending on agreement between customer and supplier.				
^b N/A = Not applicable.				

Values for IEC 60793-2-50 category B6_b2 and B6_b3 fibres are under consideration.

Test procedure:

Measurements shall be made in accordance with IEC 60793-1-40.

D.2 Fibre bandwidth requirements

There are no bandwidth requirements on single-mode fibre.

For cables containing multimode fibres, the uncabled fibre shall be specified at one of the performance levels defined in Table D.4 in terms of minimum bandwidth (MHz × km), wavelength, and type of measurement.

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

Table D.4 – Minimum multimode fibre bandwidth (MHz × km)

Fibre category	Nominal core diameter μm	Overfilled bandwidth at 850 nm	Overfilled bandwidth at 1 300 nm	Effective modal bandwidth at 850 nm	Performance code
IEC 60793-2-10, A1a.1	50	200	500	N/A ^a	OM1
IEC 60793-2-10, A1a.1	50	500	500	N/A	OM2
IEC 60793-2-10, A1a.2	50	1 500	500	2 000	OM3
IEC 60793-2-10, A1a.3	50	3 500	500	4 700	OM4
IEC 60793-2-10, A1b	62,5	200	500	N/A	OM1
IEC 60793-2-10, A1b	62,5	500	500	N/A	OM2
^a N/A = not applicable.					

Annex E (normative)

IEC 60794-1-21, Method Exx – Microduct inner clearance test

E.1 Object

The purpose of this test is to confirm the maintenance of the inner bore of a microduct, following the manufacture, or the mechanical or environmental testing, of a short length (typically 2 m maximum) of microduct or protected microduct assembly.

E.2 General

An inner clearance test consists of passing a test object, such as a sphere, or a short length (e.g. 100 mm) of the actual microduct optical fibre cable or fibre unit to be installed, through the section of microduct or microduct assembly after manufacture, or that has been subjected to a mechanical or environmental test (for example, following a crush test). A successful test indicates that the microduct has not been significantly damaged by the manufacturing process or the test applied. For practical considerations, the test object shall be no less than 85 % of the nominal microduct bore diameter, unless otherwise agreed between the supplier and the customer.

For testing longer sections of microduct or protected microduct, the test given in IEC 60794-1-21, Method E23 may be more appropriate.

E.3 Sample

The sample is a short (typically 2 m maximum) section of microduct or protected microduct assembly.

E.4 Test equipment

A test object, such as a sphere or a short length (e.g. 100 mm) of the actual cable or fibre unit to be installed, with a diameter that is no less than 85 % of the nominal microduct bore diameter, and a safe method to catch the sphere or other object at the far end of the microduct.

E.5 Procedure

Install the catcher at the far end of the microduct, place the object into the microduct and allow it to travel through to the far end. The most practical method to do this is by tilting the sample from horizontal to vertical.

E.6 Requirements

The object shall pass through the microduct. This confirms that the permanent deformation of the individual microduct is less than or equal to 15 % of its nominal diameter, which is considered as not significant damage.

E.7 Details to be recorded

- Object dimensions

- Object material
- Microduct information (ID, OD)
- Sample length

NOTE This test method will be considered for inclusion in IEC 60794-1-21.

Bibliography

IEC 60794-1-21, *Optical fibre cables – Part 1-21: Generic specification – Basic optical cable test procedures – Mechanical test methods*²

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

² To be published.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	37
1 Domaine d'application	39
2 Références normatives	39
3 Symboles	41
4 Exigences générales	41
4.1 Construction	41
4.1.1 Généralités	41
4.1.2 Câbles à fibres optiques en micro-conduit	42
4.1.3 Micro-conduit.....	42
4.1.4 Micro-conduit protégé	43
4.1.5 Accessoires pour micro-conduit	43
4.1.6 Matériel des micro-conduits	43
4.2 Fibres optiques	44
4.3 Essais de performance d'installation	44
4.3.1 Conditions d'installation	44
4.3.2 Essais applicables	44
4.4 Essais mécaniques et environnementaux	44
5 Câble à fibres optiques en micro-conduit	45
5.1 Essais applicables	45
5.2 Résistance à la traction.....	45
5.3 Écrasement.....	46
5.4 Choc	46
5.5 Courbures répétées	46
5.6 Torsion	46
5.7 Vrillage	47
5.8 Courbure.....	47
5.9 Cycle de température.....	47
5.10 Pénétration d'eau.....	47
5.11 Vieillissement.....	48
5.12 Aptitude au dénudage du ruban	48
5.13 Séparabilité des rubans de fibres	48
6 Micro-conduit.....	48
6.1 Essais applicables	48
6.2 Résistance à la traction.....	49
6.3 Écrasement.....	49
6.4 Choc	49
6.5 Courbures répétées	49
6.6 Torsion	50
6.7 Vrillage	50
6.8 Courbure.....	50
6.9 Essai de vérification de cheminement du micro-conduit.....	50
6.10 Tenue à la pression du micro-conduit.....	50
6.11 Vieillissement.....	51
7 Micro-conduit(s) protégé(s).....	51

7.1	Essais applicables	51
7.2	Résistance à la traction.....	51
7.3	Écrasement.....	52
7.4	Choc	52
7.5	Courbures répétées	52
7.6	Vrillage	52
7.7	Courbure.....	53
7.8	Essai de vérification de cheminement de micro-conduit.....	53
7.9	Tenue à la pression du micro-conduit.....	53
7.10	Vieillessement.....	53
Annexe A (informative) Exemples de câbles à fibres optiques en micro-conduit et de micro-conduits		54
Annexe B (informative) Spécifications de famille pour les câbles à fibres optiques en micro-conduit, micro-conduit et micro-conduit protégé (spécifications particulières cadres et exigences minimales)		56
B.1	Description du câble à fibres optiques en micro-conduit	56
B.2	Description du micro-conduit.....	57
B.3	Description du micro-conduit protégé	58
Annexe C (normative) Constructions des produits.....		59
Annexe D (normative) Exigences de transmission.....		62
D.1	Affaiblissement de la fibre câblée.....	62
D.2	Exigences de largeur de bande des fibres.....	63
Annexe E (normative) Méthode Exx de l'IEC 60794-1-21 – Essai de jeu interne du micro-conduit.....		64
E.1	Objet.....	64
E.2	Généralités	64
E.3	Échantillon.....	64
E.4	Appareillage d'essai.....	64
E.5	Mode opératoire.....	64
E.6	Exigences	64
E.7	Détails à consigner	65
Bibliographie.....		66
Figure A.1 – Câbles à fibres optiques en micro-conduit (non à l'échelle).....		54
Figure A.2 – Micro-conduits protégés dans des conduits préinstallés (non à l'échelle)		54
Figure A.3 – Micro-conduits protégés avec conduit extérieur intégré étanche (non à l'échelle)		55
Tableau 1 – Essais applicables relatifs aux performances d'une installation		44
Tableau 2 – Essais applicables relatifs aux performances mécaniques et environnementales d'un câble en micro-conduit		45
Tableau 3 – Essais applicables relatifs aux performances mécaniques et environnementales d'un micro-conduit		48
Tableau 4 – Essais applicables relatifs aux performances mécaniques et environnementales d'un micro-conduit protégé		51
Tableau C.1 – Construction des câbles à fibres optiques en micro-conduit extérieur.....		59
Tableau C.2 – Construction du micro-conduit.....		60
Tableau C.3 – Construction du micro-conduit protégé		61

Tableau D.1 – Coefficient d'affaiblissement maximal d'un câble en multimodal (dB/km)	62
Tableau D.2 – Coefficient d'affaiblissement maximal d'un câble en unimodal (dB/km) – Applications de câblage de locaux	62
Tableau D.3 – Coefficient d'affaiblissement maximal d'un câble en unimodal (dB/km) – Toutes les autres applications.....	63
Tableau D.4 – Largeur de bande minimale d'une fibre multimodale (MHz×km)	63

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CÂBLES À FIBRES OPTIQUES –

**Partie 5–10: Spécification de famille –
Câbles extérieurs à fibres optiques en micro-conduit, micro-conduits et
micro-conduits protégés pour installation par soufflage**

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 60794-5-10 a été établie par le sous-comité 86A: Fibres et câbles, du comité d'études 86 de l'IEC: Fibres optiques.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

CDV	Rapport de vote
86A/1496/CDV	86A/1542/RVC

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette 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 5-10: Spécification de famille – Câbles extérieurs à fibres optiques en micro-conduit, micro-conduits et micro-conduits protégés pour installation par soufflage

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60794 est une spécification de famille qui couvre les câbles extérieurs à fibres optiques en micro-conduit destinés à être installés par soufflage, et les micro-conduits associés, constituant ensemble un système de câbles à fibres optiques en micro-conduit. Bien qu'ils soient principalement conçus pour être utilisés avec des applications pour micro-conduit extérieur, les produits câbles ici spécifiés peuvent être utilisés individuellement sur de courtes longueurs dans d'autres applications, après accord entre le fournisseur et le client. Ceux-ci peuvent inclure de courtes longueurs à l'intérieur d'un bâtiment ou dans d'autres applications à l'extérieur, telles qu'une transition entre des systèmes de micro-conduits séparés (non connectés), ou un système de micro-conduit vers une autre structure protectrice telle qu'un conduit ou un chemin de câble.

Les systèmes intégrant des éléments couverts par la présente norme sont soumis aux exigences de l'IEC 60794-5, le cas échéant.

L'Annexe A montre des exemples de câbles à fibres optiques en micro-conduit et de micro-conduits. L'Annexe B est une spécification particulière cadre pour des câbles extérieur à fibres optiques en micro-conduit et les micro-conduits associés et contient certaines exigences minimales. Les spécifications particulières de produit peuvent être préparées sur la base de la présente spécification de famille en utilisant l'Annexe B comme guide. L'Annexe C indique les exigences normatives pour les câbles à fibres optiques en micro-conduit.

Les paramètres spécifiés dans la présente norme peuvent être affectés par l'incertitude de mesure provenant soit d'erreurs de mesure, soit d'erreurs d'étalonnage en raison du manque de normes appropriées. Il convient d'interpréter les critères d'acceptation en conséquence.

Le nombre de fibres et de micro-conduits soumis à essai doit être représentatif de la conception des câbles à fibres optiques en micro-conduit et il convient qu'il fasse l'objet d'un accord entre le client et le fournisseur.

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).

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

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

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

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

IEC 60794 (toutes les parties), *Câbles à fibres optiques*

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

IEC 60794-1-2, *Câbles à fibres optiques – Partie 1-2: Spécification générique – Procédures de base applicables aux essais des câbles optiques*

IEC 60794-1-22:2012, *Optical fibre cables – Part 1-22: Generic specification – Basic optical cable test procedures – Environmental test methods*
(disponible en anglais seulement)

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

IEC 60794-1-24, *Optical fibre cables – Part 1-24: Generic specification – Basic optical cable test procedures – Electrical test methods*¹
(disponible en anglais seulement)

IEC 60794-2, *Câbles à fibres optiques – Partie 2: Câbles à fibres optiques intérieurs – Spécification intermédiaire*

IEC 60794-3, *Câbles à fibres optiques – Partie 3: Spécification intermédiaire – Câbles extérieurs*

IEC 60794-4, *Câbles à fibres optiques – Partie 4: Spécification intermédiaire – Câbles optiques aériens le long des lignes électriques de puissance*

IEC 60794-5, *Câbles à fibres optiques – Partie 5: Spécification intermédiaires – Câbles à fibres optiques – Câblage en micro-conduits pour installation par soufflage*

IEC 60794-5-20, *Optical fibre cables – Part 5-20: Family specification – Outdoor microduct fibre units, microducts and protected microducts for installation by blowing*¹
(disponible en anglais seulement)

IEC 60811-202, *Câbles électrique 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 électrique et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 203: Essais généraux – Mesure des dimensions extérieures*

IEC 60811-601, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 601: Essais physiques – Mesure du point de goutte des matières de remplissage*

IEC 60811-602, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 602: Essais physiques – Séparation d'huile dans les matières de remplissage*

¹ A publier.

IEC 60811-604, *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*

ISO/IEC 11801, *Technologies de l'information – Câblage générique des locaux d'utilisateurs* (disponible en anglais seulement)

3 Symboles

Pour les besoins du présent document, les symboles suivants s'appliquent.

ΔD	Épaisseur de paroi maximale
$\Delta D'$	Épaisseur minimale de la gaine extérieure du micro-conduit protégé
d	Diamètre extérieur nominal du câble en micro-conduit
DS	Spécification particulière
ID	Diamètre intérieur nominal du câble en micro-conduit
OD	Diamètre extérieur nominal du micro-conduit
OD'	Diamètre extérieur nominal du micro-conduit protégé
T_{A1}	Limite inférieure de la température de l'essai cyclique de température (utilisation et stockage) selon l'IEC 60794-1-22, Méthode F1
T_{A2}	Limite inférieure de la température secondaire de l'essai cyclique de température pour une plage de températures de stockage étendue selon l'IEC 60794-1-22, Méthode F1
T_{B1}	Limite supérieure de la température de l'essai cyclique de température (utilisation et stockage) selon l'IEC 60794-1-22, Méthode F1
T_{B2}	Limite supérieure de la température secondaire de l'essai cyclique de température pour une plage de températures de stockage étendue selon l'IEC 60794-1-22, Méthode F1
t_1	Temps de maintien des cycles de température
$n \times d$	Produit d'une variable par le diamètre extérieur du câble utilisé pour la détermination des dimensions appropriées des courbures, mandrins, etc.
$n \times OD$	Produit d'une variable par le diamètre extérieur du micro-conduit utilisé pour la détermination des dimensions appropriées des courbures, mandrins, etc.
$n \times OD'$	Produit d'une variable par le diamètre extérieur du micro-conduit protégé utilisé pour la détermination des dimensions appropriées des courbures, mandrins, etc.
W	Poids de 1 km de micro-conduit, de micro-conduit protégé ou de câble à fibres optiques en micro-conduit

4 Exigences générales

4.1 Construction

4.1.1 Généralités

Outre les exigences de construction de l'IEC 60794-5, le cas échéant, les considérations suivantes s'appliquent aux câbles extérieur à fibres optiques en micro-conduit ainsi que leurs micro-conduits et micro-conduits protégés correspondants.

Les produits couverts par la présente spécification doivent être conçus et fabriqués pour des durées de vie de fonctionnement prévues d'au moins 20 ans. Les câbles à fibres optiques en micro-conduit sont conçus pour être installés dans des micro-conduits ou des micro-conduits protégés et dans des contenants appropriés. Les micro-conduits et les micro-conduits protégés compatibles pour être utilisés avec des câbles à fibres optiques en micro-conduit

sont définis dans la présente norme. Les câbles à fibres optiques en micro-conduit sont optimisés pour l'installation et la durée de vie de fonctionnement dans ces micro-conduits.

Il doit être possible d'installer ou de retirer le câble à fibres optiques en micro-conduit du micro-conduit ou du micro-conduit protégé par soufflage pendant la durée de vie de fonctionnement, à l'exception des conditions suivantes:

- a) les produits sont éprouvés par des opérations multiples d'installation ou de retrait;
- b) les micro-conduits encrassés par des sédiments, des débris ou d'autres matières étrangères en raison d'une maintenance inadéquate;
- c) les micro-conduits endommagés par des facteurs externes tels que le creusement, le terrassement, etc.

Dans de tels cas, la section de micro-conduit affectée doit être nettoyée ou réparée, ou les produits remplacés avant toute installation de câble en micro-conduit.

Il convient de vérifier l'état du micro-conduit au moyen de l'essai de jeu dimensionnel et de pression statique du cheminement du micro-conduit.

Les matériaux qui constituent les câbles à fibres optiques en micro-conduit, les micro-conduits ou les micro-conduits protégés ne doivent pas présenter de danger pour la santé dans le cadre de leur utilisation prévue.

4.1.2 Câbles à fibres optiques en micro-conduit

Les câbles à fibres optiques en micro-conduit sont adaptés à l'installation par soufflage dans un micro-conduit. Bien que n'étant pas traités de manière spécifique par les spécifications de produits de câbles telles que l'IEC 60794-2, l'IEC 60794-3 ou l'IEC 60794-4, les produits de câbles conçus de manière spécifique pour une installation par soufflage dans des micro-conduits peuvent également être conformes à d'autres normes et spécifications industrielles équivalentes. Toutefois, ils ne sont souvent pas aussi robustes mécaniquement que les câbles à fibres optiques extérieurs classiques et ils nécessitent donc l'utilisation d'une installation et de pratiques de manutention appropriées pour éviter de les endommager. Des pratiques d'installations ad hoc peuvent dégrader les performances optiques ou diminuer les durées de vie de fonctionnement des produits.

4.1.3 Micro-conduit

Un micro-conduit approprié à l'installation de câbles en micro-conduit est un petit tube léger et flexible dont le diamètre extérieur est normalement inférieur à 16 mm. Par comparaison avec des unités de fibres en micro-conduit (voir l'IEC 60794-5-20), les câbles en micro-conduit sont plus robustes mécaniquement, mais on accorde une plus grande confiance aux micro-conduits et aux micro-conduits protégés ou à des fermetures appropriées pour assurer une protection mécanique qu'aux câbles classiques. Un micro-conduit doit donc satisfaire aux exigences réalistes de chocs, de compression et de courbure pour une application. Un micro-conduit protégé peut être exigé.

Les micro-conduits doivent pouvoir résister aux différences de pression qui sont nécessaires dans le cas d'une installation par soufflage. Les micro-conduits doivent être circulaires et avoir une section uniforme sur toute leur longueur; leur surface interne peut présenter un faible coefficient de frottement. Les diamètres intérieur et extérieur doivent être spécifiés. En option, un fournisseur peut prévoir une garniture particulière ou un revêtement de lubrification sur l'intérieur du micro-conduit pour faciliter l'installation. Il convient que ces couches ne diminuent pas le diamètre intérieur spécifié du micro-conduit.

Les micro-conduits sont généralement destinés à de petites installations dans des conduits ou en tant que composants dans un micro-conduit protégé, comme décrit en 4.1.1.3. Dans tous les cas, il doit être possible d'identifier chaque micro-conduit individuel sur toute sa longueur. Lorsqu'on utilise des couleurs, celles-ci doivent être conformes à l'IEC 60304.

Les micro-conduits installés à l'extérieur et qui ne sont pas occupés doivent être scellés à chaque extrémité pour éviter l'introduction d'humidité, de débris, d'insectes ou d'autres polluants étrangers pouvant par la suite nuire à la réussite de l'installation d'un câble. Avant utilisation, on doit vérifier si les micro-conduits installés à l'extérieur et qui n'ont pas été immédiatement occupés ne présentent pas d'obstruction.

4.1.4 Micro-conduit protégé

Un micro-conduit protégé est constitué d'un ou plusieurs micro-conduits entourés d'une gaine protectrice, d'un conduit protecteur plus grand et/ou d'une gaine épaisse intégrée de façon qu'il soit conforme aux exigences de l'Article 7. Un micro-conduit protégé peut apporter une protection supplémentaire contre l'écrasement et les chocs par rapport à un micro-conduit autonome. Cette protection supplémentaire peut être nécessaire pour un environnement de fonctionnement spécifique ou une méthode d'installation spécifique. La gaine protectrice peut inclure une couche intégrée d'armature ou une gaine extérieure plus épaisse. Dans tous les cas, il doit être possible d'identifier chaque micro-conduit individuel sur toute sa longueur. Lorsqu'on utilise des couleurs, celles-ci doivent être conformes à l'IEC 60304.

4.1.5 Accessoires pour micro-conduit

Les accessoires des micro-conduits sont des composants nécessaires pour aligner physiquement, connecter et sceller la jonction entre deux sections de micro-conduits ou pour raccorder un micro-conduit au matériel. Les micro-conduits multiples peuvent être connectés en série de manière à supporter des distances d'installation de câbles en micro-conduit importantes, ou connectés dans une configuration de type à embranchements avec des bornes de sortie multiples pour une entrée donnée au sein du même système. Ce dernier système peut être utilisé dans les réseaux locaux (LAN) de type campus ou dans les applications de fibres-jusqu'au-locaux (FTTP)², pour permettre une flexibilité supplémentaire pouvant supporter des modifications fréquentes du système physique de distribution optique.

Il convient que les accessoires soient appropriés à la construction du micro-conduit. Les exigences de performances mécaniques et environnementales des accessoires peuvent également nécessiter que les essais soient réalisés lorsqu'ils sont fixés aux sections de conduits (ou au matériel) pour assurer la compatibilité d'accouplement et de fonctionnement. Il convient que les attributs spécifiques physiques et des matériaux de tout accessoire utilisé fassent l'objet d'un accord entre client et fournisseur.

Les accessoires des micro-conduits doivent pouvoir résister aux différences de pression qui sont nécessaires dans le cas d'une installation de câbles en micro-conduit par soufflage. Les accessoires doivent également permettre une transition régulière des câbles en micro-conduit entre des sections successives de micro-conduit ou entre des micro-conduits et du matériel et ils doivent être construits et installés de manière à empêcher le blocage du câble en micro-conduit au niveau d'une épissure, d'une dérivation ou d'autres points de liaison soumis aux pressions d'installation maximale.

Des sections successives de micro-conduits peuvent également être soudées ou fixées ensemble d'une autre manière le long du même axe longitudinal sans utiliser d'accessoires mécaniques. De telles jonctions doivent satisfaire aux mêmes exigences mécaniques et de dimensions que les joints qui utilisent des accessoires mécaniques.

On peut utiliser des matériaux translucides ou transparents pour supporter l'identification de micro-conduits garnis et pour les problèmes associés au dépannage des installations.

4.1.6 Matériel des micro-conduits

Le matériel des micro-conduits comporte les logements et fermetures supportant la terminaison des câbles en micro-conduit, destiné à inclure une épissure ou un raccordement

² FTTP: en anglais: fibre-to-the-premises

par connecteurs. Puisque les câbles en micro-conduit sont généralement compatibles avec les matériels de câbles à fibres optiques extérieurs classiques, compte tenu de leur taille relativement petite, aucune exigence spécifique des matériels de micro-conduits n'est ici incluse. Dans certaines applications, il peut être approprié d'utiliser du matériel compatible avec les micro-conduits pour créer un système de câblage pour micro-conduit scellé. On peut citer comme exemple des micro-conduits vides dans lesquels du matériel est préinstallé pour prévoir la mise en place future de câbles en micro-conduit.

4.2 Fibres optiques

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 individuelle sur toute la longueur du câble en micro-conduit.

La performance en transmission doit être conforme à l'Annexe D.

4.3 Essais de performance d'installation

4.3.1 Conditions d'installation

Un cheminement d'essai peut être utilisé pour vérifier la performance sur place d'un câble en micro-conduit, d'un micro-conduit et/ou d'un micro-conduit protégé après accord entre le client et le fournisseur. Les conditions ambiantes peuvent influencer sur les performances d'installation et il convient donc de les surveiller. En variante, le fournisseur peut délivrer des données de performance d'un cheminement d'essai spécifié dans des conditions ambiantes spécifiques utilisant une méthode d'installation spécifiée.

La vérification de la possibilité d'installation d'un câble en micro-conduit ou d'un micro-conduit en utilisant une technique d'installation par soufflage est essentielle. Toute exigence de performance d'installation doit faire l'objet d'un accord entre le client et le fournisseur.

4.3.2 Essais applicables

Les essais applicables aux performances d'une installation sont indiqués dans le Tableau 1.

Tableau 1 – Essais applicables relatifs aux performances d'une installation

Caractéristiques	Exigences de famille	Méthodes d'essais	Remarques
Exigences générales	Accord entre le client et le fournisseur		
Essai de vérification de cheminement	Accord entre le client et le fournisseur	IEC 60794-1-21, Méthode E23	
Essai d'installation	Accord entre le client et le fournisseur	IEC 60794-1-21, Méthode E24	

4.4 Essais mécaniques et environnementaux

En se fondant sur les conditions de fonctionnement prévues pendant la durée de vie du produit, ce qui inclut les charges mécaniques exercées sur le produit pendant l'installation, les parties qui suivent spécifient la performance de produit pour les câbles en micro-conduit, les micro-conduits et les micro-conduits protégés.

5 Câble à fibres optiques en micro-conduit

5.1 Essais applicables

Les essais applicables aux performances mécaniques et environnementales sont indiqués dans le Tableau 2.

Tableau 2 – Essais applicables relatifs aux performances mécaniques et environnementales d'un câble en micro-conduit

Caractéristiques	Exigences de famille	Méthodes d'essais	Remarques
Résistance à la traction	5.2	IEC 60794-1-21 Méthode E1	
Écrasement	5.3	IEC 60794-1-21 Méthode E3	
Choc	5.4	IEC 60794-1-21 Méthode E4	
Courbures répétées	5.5	IEC 60794-1-21 Méthode E6	
Torsion	5.6	IEC 60794-1-21 Méthode E7	
Vrillage (effet de paille)	5.7	IEC 60794-1-21 Méthode E10	
Courbure	5.8	IEC 60794-1-21 Méthode E11B	
Cycle de température	5.9	IEC 60794-1-22 Méthode F1	
Pénétration d'eau	5.10	IEC 60794-1-22, Méthode F5B	
Vieillessement	5.11	IEC 60794-1-22 Méthode F9	
Rubans de fibres (si utilisé)			
Dénudage du ruban	5.12	IEC 60794-1-21 Méthode E5B	
Séparation du ruban en fibres individuelles	5.13	IEC 60794-1-23 Méthode G5	

5.2 Résistance à la traction

a) Exigences de famille

Sous une charge de traction de courte durée, la contrainte sur les fibres ne doit pas dépasser 60 % de la contrainte d'épreuve des fibres. Après retrait de la charge, aucune modification de l'affaiblissement ne doit être constatée. D'autres critères peuvent faire l'objet d'un accord entre le client et le fournisseur.

L'examen visuel sans agrandissement ne doit pas révéler de dommage sur la gaine ou sur les éléments du câble.

b) Conditions d'essai

Méthode: IEC 60794-1-21, Méthode E1

Longueur soumise à traction: Supérieure ou égale à 50 m. Si l'on tient compte de la précision de mesure et des effets aux extrémités, il est admis d'utiliser des longueurs plus courtes après accord entre l'utilisateur et le fournisseur

Longueur des fibres: Longueur de câble fini

Charges de traction sur le câble:	$1 \times W$
Diamètre des poulies d'essai:	Pas inférieur au diamètre de courbure minimal sous charge spécifié pour le câble à fibres optiques en micro-conduit

5.3 Écrasement

a) Exigences de famille

Après retrait de la charge de courte durée, aucune modification de l'affaiblissement ne doit être constatée. L'examen visuel ne doit pas révéler de dommage sur le câble en micro-conduit. L'empreinte de la plaque ou du mandrin sur le câble en micro-conduit n'est pas considérée comme une détérioration mécanique.

b) Conditions d'essai

Méthode:	IEC 60794-1-21, Méthode E3A
Charge (plaque/plaque):	500 N
Durée sous charge:	1 min

5.4 Choc

a) Exigences de famille

L'examen visuel sans agrandissement ne doit pas révéler de dommage sur la gaine ou sur les éléments du câble. L'empreinte de la surface de frappe sur la gaine n'est pas considérée comme un dommage mécanique.

L'augmentation résiduelle de l'affaiblissement doit être $< 0,1$ dB à 1 550 nm.

b) Conditions d'essai

Méthode:	IEC 60794-1-21, Méthode E4
Nombre de chocs:	Un en 3 endroits différents espacés d'au moins 500 mm les uns des autres.
Rayon de la surface de frappe:	300 mm
Énergie du choc:	1 J

5.5 Courbures répétées

a) Exigences de famille

L'examen visuel sans agrandissement ne doit pas révéler de dommage sur la gaine ou sur les éléments du câble.

b) Conditions d'essai

Méthode:	IEC 60794-1-21, Méthode E6
Diamètre de courbure:	$40 \times d$
Charge:	Appropriée pour assurer un contact uniforme avec le mandrin
Nombre de cycles:	25

5.6 Torsion

a) Exigences de famille

L'examen visuel sans agrandissement ne doit pas révéler de dommage sur la gaine ou sur les éléments du câble.

Il ne doit se produire aucun changement de l'affaiblissement à l'issue de l'essai.

b) Conditions d'essai

Méthode:	IEC 60794-1-21, Méthode E7
Longueur en essai:	2 m

5.7 Vrillage

a) Exigences de famille

L'examen visuel sans agrandissement ne doit révéler aucune détérioration du câble.

b) Conditions d'essai

Méthode: IEC 60794-1-21, Méthode E10

Diamètre minimal: $40 \times d$

5.8 Courbure

a) Exigences de famille

Il ne doit se produire aucun changement de l'affaiblissement à l'issue de l'essai, la mesure étant effectuée à la température ambiante.

Si nécessaire, lorsque l'essai est effectué à -30 °C , la variation de l'affaiblissement doit être $\leq 0,1\text{ dB}$ pour les fibres unimodales et $\leq 0,4\text{ dB}$ pour les fibres multimodales.

b) Conditions d'essai

Méthode: IEC 60794-1-21, Méthode E11A

Diamètre du mandrin: $40 \times d$

Nombre de tours/hélice: 4

Nombre de cycles: 3

5.9 Cycle de température

a) Exigences de famille

Les mesures d'affaiblissement doivent être effectuées au cours du dernier cycle.

De T_{A1} à T_{B1} on ne doit constater aucune variation d'affaiblissement, comme défini dans l'IEC 60794-1-1.

De T_{A1} à T_{A2} et de T_{B1} à T_{B2} , la variation du coefficient d'affaiblissement doit être:

– $\leq 0,15\text{ dB/km}$ pour les fibres unimodales et elle doit être réversible compte tenu de l'incertitude de mesure lorsque la mesure est effectuée dans la région des $1\ 550\text{ nm}$.

– $\leq 0,3\text{ dB/km}$ pour une fibre multimodale et elle doit être réversible compte tenu de l'incertitude de mesure lorsque la mesure est effectuée dans la région des $1\ 300\text{ nm}$.

b) Conditions d'essai

Méthode: IEC 60794-1-22, Méthode F1

Longueur d'échantillon en essai: Longueur de câble en micro-conduit fini d'au moins $1\ 000\text{ m}$.

Température haute, TB2: $+60\text{ °C}$ à $+70\text{ °C}$, selon les exigences du client.

Température haute, TB1: $+30\text{ °C}$ à $+60\text{ °C}$, selon les exigences du client.

Température basse, TA1: -15 °C .

Température basse, TA2: TA1 à -30 °C ou -40 °C selon les exigences du client.

NOTE (températures): D'autres valeurs de température correspondant à des conditions climatiques spécifiques peuvent faire l'objet d'un accord entre le fournisseur et le client.

Nombre de cycles: 2

5.10 Pénétration d'eau

a) Exigences de famille

Le câble ne doit pas propager l'eau longitudinalement conformément aux exigences de la Méthode F5B de l'IEC 60794-1-2.

b) Conditions d'essai

Méthode: IEC 60794-1-22, Méthode F5B

5.11 Vieillessement

- a) Exigences de famille: selon le 11.5 de la Méthode F9 de l'IEC 60794-1-22
- b) Conditions d'essai
- c) Méthode: IEC 60794-1-22:2012, Méthode F9

5.12 Aptitude au dénudage du ruban

- a) Exigences de famille
Au moins 25 mm de la matrice de ruban et des revêtements protecteurs des fibres doivent pouvoir être retirés sans rupture des fibres au moyen d'outils de dénudage disponibles dans le commerce. Tout résidu de revêtement restant doit pouvoir être facilement éliminé en utilisant des chiffons à l'alcool isopropylique.
- b) Conditions d'essai
Méthode: IEC 60794-1-21, Méthode E5B

5.13 Séparabilité des rubans de fibres

- a) Exigences de famille
Force d'arrachement maximale 4,4 N
- b) Conditions d'essai
Méthode: IEC 60794-1-22, Méthode G5

6 Micro-conduit

6.1 Essais applicables

Les essais doivent être choisis dans le Tableau 3 suivant, conformément à la spécification de produit appropriée. Si le micro-conduit n'est destiné à être utilisé que dans un micro-conduit protégé, certains essais peuvent ne pas être pertinents.

Tableau 3 – Essais applicables relatifs aux performances mécaniques et environnementales d'un micro-conduit

Caractéristiques	Exigences de famille	Méthodes d'essais	Remarques
Résistance à la traction	6.2	À l'étude, IEC 60794-1-21 Méthode E1	
Écrasement	6.3	IEC 60794-1-21 Méthode E3A	
Choc	6.4	À l'étude, IEC 60794-1-21 Méthode E4	
Courbures répétées	6.5	IEC 60794-1-21 Méthode E6	
Torsion	6.6	IEC 60794-1-21 Méthode E7	
Vrillage (effet de paille)	6.7	IEC 60794-1-21 Méthode E10	
Courbure	6.8	IEC 60794-1-21 Méthode E11B	
Essai de vérification de cheminement du micro-conduit	6.9	IEC 60794-1-21, Méthode E23	
Tenue à la pression du micro-conduit	6.10	IEC 60794-1-22, Méthode F13	
Vieillessement	6.11	À l'étude	

6.2 Résistance à la traction

a) Exigences de famille

L'examen visuel sans agrandissement ne doit révéler aucune détérioration après l'essai et l'essai de jeu interne doit être réussi (Annexe E).

b) Conditions d'essai

Méthode:	Généralement la Méthode E1 de l'IEC 60794-1-21
----------	--

NOTE L'utilisation de l'IEC 60811-501 est à l'étude.

Longueur du micro-conduit soumis à traction:	>1 m
Charge de traction du micro-conduit:	1 × W
Durée de charge:	10 min

6.3 Écrasement

a) Exigences de famille

L'examen visuel sans agrandissement ne doit révéler aucune détérioration du micro-conduit. A l'issue du temps de rétablissement, le micro-conduit doit réussir l'essai de jeu interne (Annexe E) et on ne doit constater aucun splittage ou dommage permanent. L'empreinte de la plaque n'est pas considérée comme un dommage mécanique.

b) Conditions d'essai

Méthode:	IEC 60794-1-21, Méthode E3A
Longueur d'échantillon:	250 mm
Charge (plaque/plaque):	500 N
Durée:	1 min
Temps de rétablissement	1 h

6.4 Choc

a) Exigences de famille

L'examen visuel sans agrandissement ne doit révéler aucune détérioration des micro-conduits. Le micro-conduit doit réussir l'essai de jeu interne (Annexe E) et on ne doit constater aucun splittage ou dommage permanent. L'empreinte de la surface de frappe sur le micro-conduit n'est pas considérée comme un dommage mécanique.

b) Conditions d'essai

Méthode:	IEC 60794-1-21, Méthode E4
Rayon de la surface de frappe:	300 mm
Énergie du choc:	1 J
Temps de rétablissement	1 h
Nombre de chocs:	Un seul en 3 endroits différents espacés sur au moins 500 mm les uns par rapport aux autres

6.5 Courbures répétées

a) Exigences de famille

L'examen visuel sans agrandissement ne doit révéler aucune détérioration des micro-conduits. Le micro-conduit doit réussir l'essai de jeu interne (Annexe E) et on ne doit constater aucun splittage ou dommage permanent.

b) Conditions d'essai

Méthode:	IEC 60794-1-21, Méthode E6
Diamètre de courbure:	40 × OD

Charge:	Appropriée pour assurer un contact uniforme avec le mandrin
Nombre de cycles:	25

6.6 Torsion

a) Exigences de famille

L'examen visuel sans agrandissement ne doit révéler aucune détérioration des micro-conduits. Le micro-conduit doit réussir l'essai de jeu interne (Annexe E) et on ne doit constater aucun splittage ou dommage permanent.

b) Conditions d'essai

Méthode:	IEC 60794-1-2, Méthode E7
Longueur maximale entre repères:	2 m

6.7 Vrillage

a) Exigences de famille

L'examen visuel sans agrandissement ne doit révéler aucune détérioration des micro-conduits après l'essai et l'essai de jeu interne doit être réussi (Annexe E). Le micro-conduit doit atteindre le diamètre minimal exigé sans vrillage.

b) Conditions d'essai

Méthode:	IEC 60794-1-21, Méthode E10
Diamètre minimal:	20 × OD

6.8 Courbure

a) Exigences de famille

L'examen visuel sans agrandissement ne doit révéler aucune détérioration des diamètres extérieur et intérieur des micro-conduits après l'essai et l'essai de jeu interne doit être réussi (Annexe E).

b) Conditions d'essai

Méthode:	IEC 60794-1-21, Méthode E11B
Diamètre du mandrin:	40 × OD
Nombre de cycles:	3

6.9 Essai de vérification de cheminement du micro-conduit

a) Exigences de famille

On peut faire passer les objets de la dimension requise à travers le micro-conduit.

b) Conditions d'essai

Méthode:	IEC 60794-1-21, Méthode E23
----------	-----------------------------

6.10 Tenue à la pression du micro-conduit

a) Exigences de famille

L'examen visuel sans agrandissement ne doit révéler aucune détérioration des micro-conduits.

b) Conditions d'essai

Méthode:	IEC 60794-1-22, Méthode F13
----------	-----------------------------

Tous les micro-conduits doivent résister à une pression d'air d'au moins $2,5 \times$ pression d'installation à une température de 20 °C pendant une durée de 0,5 h.

Tous les micro-conduits doivent résister à une pression d'essai d'épreuve d'au moins $1,3 \times$ pression d'installation à une température de 40 °C pendant une durée de 24 h.

6.11 Vieillissement

a) Exigences de famille

Il convient que les essais à effectuer après la période de vieillissement fassent l'objet d'un accord entre le client et le fournisseur et ils peuvent inclure les dimensions, l'essai de jeu interne, le rétrécissement, les variations du fini de surface, l'essai de pressurisation ou d'installation du câble en micro-conduit.

b) Conditions d'essai

Méthode: À l'étude

Condition de vieillissement: À l'étude (+60 °C pendant 3 mois; 7 jours à 70 °C; 7 jours à 85 °C)

7 Micro-conduit(s) protégé(s)

7.1 Essais applicables

Les essais doivent être choisis dans le Tableau 4 suivant, conformément à la spécification de produit appropriée.

Tableau 4 – Essais applicables relatifs aux performances mécaniques et environnementales d'un micro-conduit protégé

Caractéristiques	Exigences de famille	Méthodes d'essais	Remarques
Résistance à la traction	7.2	À l'étude, IEC 60794-1-21, Méthode E1	
Écrasement	7.3	IEC 60794-1-21, Méthode E3A	
Choc	7.4	IEC 60794-1-21, Méthode E4	
Courbures répétées	7.5	IEC 60794-1-21, Méthode E6	
Vrillage (effet de paille)	7.6	IEC 60794-1-21, Méthode E10	
Courbure	7.7	IEC 60794-1-21, Méthode E11B	
Essai de vérification de cheminement de micro-conduit	7.8	IEC 60794-1-21, Méthode E23	
Tenue à la pression du micro-conduit	7.9	IEC 60794-1-22, Méthode F13	
Vieillissement	7.10	À l'étude	

7.2 Résistance à la traction

a) Exigences de famille

L'examen visuel sans agrandissement ne doit révéler aucune détérioration après l'essai et l'essai de jeu interne doit être réussi (Annexe E).

b) Conditions d'essai

Méthode: Généralement la Méthode E1 de l'IEC 60794-1-21

NOTE L'utilisation de l'IEC 60811-501 est à l'étude.

Longueur du micro-conduit soumis à traction: >1 m

Charge de traction du micro-conduit: $1 \times W$

Durée de charge: 10 min

7.3 Écrasement

a) Exigences de famille

L'examen visuel sans agrandissement ne doit révéler aucune détérioration du micro-conduit. À l'issue du temps de rétablissement, le micro-conduit doit réussir l'essai de jeu interne (Annexe E) et on ne doit constater aucun splittage ou dommage permanent. L'empreinte de la plaque n'est pas considérée comme un dommage mécanique.

b) Conditions d'essai

Méthode:	IEC 60794-1-21, Méthode E3A
Longueur d'échantillon:	250 mm
Charge:	1 kN (conduit); 2 kN (enterré)
Durée:	1 min
Temps de rétablissement	1 h

7.4 Choc

a) Exigences de famille

L'examen visuel sans agrandissement ne doit révéler aucune détérioration des micro-conduits. Le micro-conduit doit réussir l'essai de jeu interne (Annexe E) et on ne doit constater aucun splittage ou dommage permanent. L'empreinte de la surface de frappe sur le micro-conduit n'est pas considérée comme un dommage mécanique.

b) Conditions d'essai

Méthode:	IEC 60794-1-21, Méthode E4
Rayon de la surface de frappe:	300 mm
Énergie du choc:	3 J (conduit); 15 J (enterré)
Temps de rétablissement	1 h
Nombre de chocs:	Un seul en 3 endroits différents espacés sur au moins 500 mm les uns par rapport aux autres

7.5 Courbures répétées

a) Exigences de famille

L'examen visuel sans agrandissement ne doit révéler aucune détérioration des micro-conduits. Le micro-conduit doit réussir l'essai de jeu interne (Annexe E) et on ne doit constater aucun splittage ou dommage permanent.

b) Conditions d'essai

Méthode:	IEC 60794-1-21, Méthode E6
Diamètre de courbure:	40 × OD'
Charge:	Appropriée pour assurer un contact uniforme avec le mandrin.
Nombre de cycles:	25

7.6 Vrillage

a) Exigences de famille

L'examen visuel sans agrandissement ne doit révéler aucune détérioration des micro-conduits après l'essai et l'essai de jeu interne doit être réussi (Annexe E).

Le micro-conduit doit atteindre le diamètre minimal exigé sans vrillage.

b) Conditions d'essai

Méthode:	IEC 60794-1-21, Méthode E10
Diamètre minimal:	20 × OD'

7.7 Courbure

a) Exigences de famille

L'examen visuel sans agrandissement ne doit révéler aucune détérioration des diamètres extérieur et intérieur des micro-conduits après l'essai, et l'essai de jeu interne doit être réussi (Annexe E).

b) Conditions d'essai

Méthode: IEC 60794-1-21, Méthode E11B
 Diamètre du mandrin: $40 \times OD'$
 Nombre de cycles: 3

7.8 Essai de vérification de cheminement de micro-conduit

a) Exigences de famille

On peut faire passer les objets de la dimension requise à travers le micro-conduit.

b) Conditions d'essai

Méthode: IEC 60794-1-21, Méthode E23

7.9 Tenue à la pression du micro-conduit

a) Exigences de famille

L'examen visuel sans agrandissement ne doit révéler aucune détérioration des micro-conduits.

b) Conditions d'essai

Méthode: IEC 60794-1-22, Méthode F13

Tous les micro-conduits doivent résister à une pression d'air d'au moins $2,5 \times$ pression d'installation à une température de 20 °C pendant une durée de 0,5 h.

Tous les micro-conduits doivent résister à une pression d'essai d'épreuve d'au moins $1,3 \times$ pression d'installation à une température de 40 °C pendant une durée de 24 h.

7.10 Vieillissement

a) Exigences de famille

À l'étude.

Il convient que les essais à effectuer après la période de vieillissement fassent l'objet d'un accord entre le client et le fournisseur et ils peuvent inclure les dimensions, l'essai de jeu interne, le rétrécissement, les variations du fini de surface, l'essai de pressurisation ou d'installation du câble en micro-conduit.

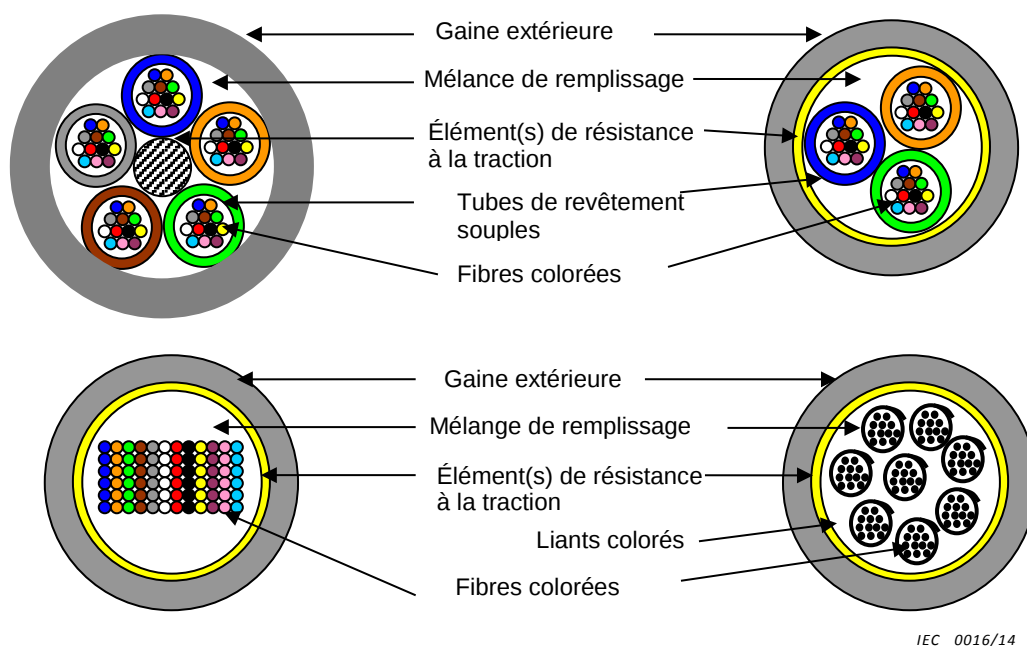
b) Conditions d'essai

Méthode: À l'étude
 Condition de vieillissement: À l'étude (+60 °C pendant 3 mois; 7 jours à 70 °C; 7 jours à 85 °C)

Annexe A (informative)

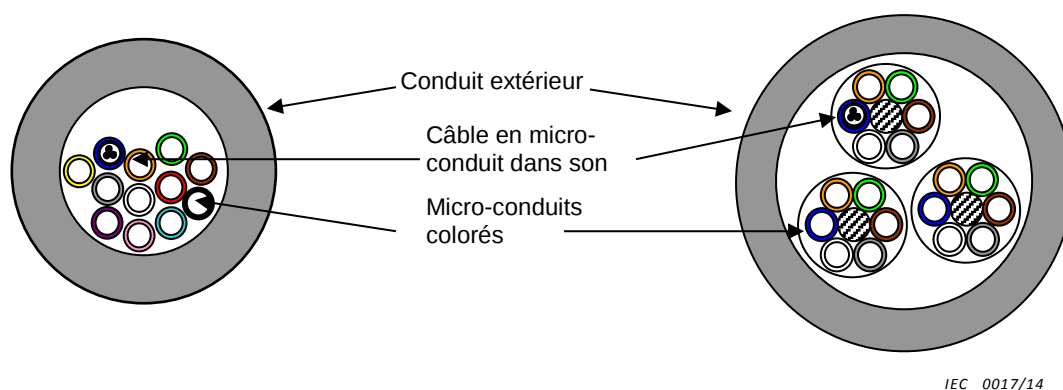
Exemples de câbles à fibres optiques en micro-conduit et de micro-conduits

Les Figures A.1, A.2 et A.3 donnent des exemples de différents câbles à fibres optiques en micro-conduit et de micro-conduits.



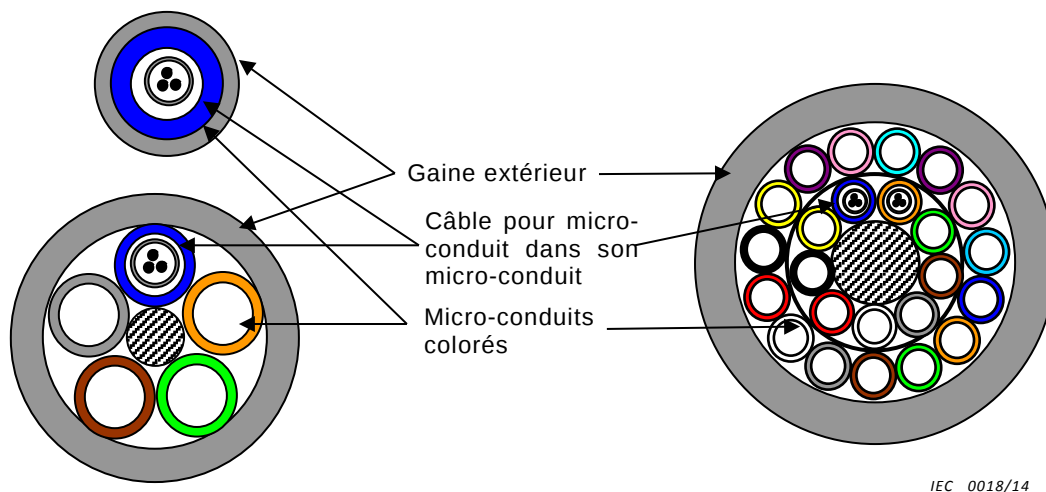
IEC 0016/14

Figure A.1 – Câbles à fibres optiques en micro-conduit (non à l'échelle)



IEC 0017/14

Figure A.2 – Micro-conduits protégés dans des conduits préinstallés (non à l'échelle)



IEC 0018/14

Figure A.3 – Micro-conduits protégés avec conduit extérieur intégré étanche (non à l'échelle)

Annexe B (informative)

Spécifications de famille pour les câbles à fibres optiques en micro-conduit, micro-conduit et micro-conduit protégé (spécifications particulières cadres et exigences minimales)

B.1 Description du câble à fibres optiques en micro-conduit

(1) Préparée par		(2) Document n°: Édition: Date:
(3) Disponible auprès de	(4) Spécifications génériques: IECC 60794-1-1 et IEC 60794-1-2 Spécification intermédiaire: IEC 60794-5 Spécification de famille: IEC 60794-5-10	
(5) Références supplémentaires:		
(6) Description du câble à fibres optiques en micro-conduit:		
(7) Construction du câble à fibres optiques en micro-conduit:		
Fibres optiques Plage de nombre de fibres Construction du câble – Non rempli – Rempli Gaine Armure supplémentaire (facultatif) – Armure non métallique – Armure métallique Gaine extérieure supplémentaire (facultatif) Identification du marquage – Exigence client – Identification du fabricant		Remarques supplémentaires
(8) Informations relatives à l'application:		
Diamètre extérieur maximal (d) Charge de traction nominale maximale Rayon de courbure minimal sans charge Rayon de courbure minimal sous charge assignée Plage de température – Transport et rangement – Installation – Exploitation Longueur de fabrication – Type – Nominale/tolérances		mm N mm ou $n \times d$ mm ou $n \times d$ °C °C °C m $\begin{matrix} 0 \\ +1 \end{matrix} \%$

B.2 Description du micro-conduit

(1) Préparée par		(2) Document n°: Édition: Date:
(3) Disponible auprès de:	(4) Spécifications génériques: IEC 60794-1-1 et IEC 60794-1-2 Spécification intermédiaire: IEC 60794-5 Spécification de famille: IEC 60794-5-10	
(5) Références supplémentaires:		
(6) Description du micro-conduit		
(7) Construction du micro-conduit		
Micro-conduit Gaine du micro-conduit Gaine extérieure supplémentaire du micro-conduit (facultatif) Identification du marquage du micro-conduit – Exigence client – Identification du fabricant		Remarques supplémentaires
(8) Informations relatives à l'application:		
Diamètre extérieur maximal (OD) Diamètre intérieur minimal (ID) Épaisseur minimale (ΔD) Charge de traction nominale maximale Rayon de courbure minimal sans charge Rayon de courbure minimal sous charge assignée Plage de température: – Transport et rangement – Installation – Exploitation Longueur de fabrication du tube – Type – Nominale/tolérances		mm mm mm N mm ou $n \times OD$ mm ou $n \times OD$ °C °C °C m $\begin{matrix} 0 \\ +1 \end{matrix} \%$

B.3 Description du micro-conduit protégé

(1) Préparée par		(2) Document n°: Édition: Date:
(3) Disponible auprès de:	(4) Spécifications génériques: IEC 60794-1-1 et IEC 60794-1-2 Spécification intermédiaire: IEC 60794-5 Spécification de famille: IEC 60794-5-10	
(5) Références supplémentaires:		
(6) Description du faisceau de micro-conduits		
(7) Construction du faisceau de micro-conduits		
Micro-conduit – Matériau – Plage du nombre de micro-conduits Gaine du faisceau de micro-conduits Armure supplémentaire du faisceau (facultatif) – Armure non métallique – Armure métallique Gaine extérieure supplémentaire du faisceau (facultatif) Identification du marquage du faisceau de micro-conduits – Exigence client – Identification du fabricant		Remarques supplémentaires
(8) Informations relatives à l'application:		
Micro-conduit – Diamètre extérieur maximal (OD) – Diamètre intérieur minimal (ID) – Épaisseur minimale (ΔD) – Charge de traction nominale maximale – Rayon de courbure minimal sans charge – Rayon de courbure minimal sous charge assignée Faisceau de micro-conduits ^a – Diamètre extérieur maximal (OD') – Diamètre intérieur minimal (ID) – Épaisseur minimale (ΔD) – Charge de traction nominale maximale – Rayon de courbure minimal sans charge – Rayon de courbure minimal sous charge assignée Plage de température: – Transport et rangement – Installation – Exploitation Longueur de fabrication du tube – Type – Nominale/tolérances		mm mm mm N mm ou n × OD mm ou n × OD mm mm mm N mm ou n × OD' mm ou n × OD' °C °C °C m 0 +1 %
^a Non applicable aux faisceaux de micro-conduits installés de manière lâche dans des conduits préexistants.		

Annexe C (normative)

Constructions des produits

Les Tableaux C.1, C.2 et C.3 décrivent les différents types de construction.

Tableau C.1 – Construction des câbles à fibres optiques en micro-conduit extérieur

Caractéristiques	Exigences de famille	Méthodes d'essais	Remarques
Assemblage	Selon DS	Contrôle visuel	
Âme du câble à fibres optiques en micro-conduit	Selon DS		
– Mélange de remplissage (si utilisé)	Selon DS	Soit IEC 60794-1-21, Méthode E14, soit IEC 60811-601 IEC 60811-602 IEC 60811-604	
– Mélange sec de blocage	Selon DS	À l'étude	
Élément(s) de renfort	Selon DS	Contrôle visuel	
Gaine extérieure du câble			
– Matériau	Selon DS		
– Épaisseur minimale de la gaine	Selon DS	IEC 60811-202	
– Diamètre extérieur du câble	Selon DS	IEC 60811-203	
Protection facultative	Selon DS		
– Barrière contre l'humidité	Selon DS		
– Rubans métalliques	Selon DS		
Abrasion de la gaine	Selon DS	IEC 60794-1-21, Méthode E2A	
Marquage de la gaine			
– Configuration, dimensions	Selon DS	Contrôle visuel	
– Résistance à l'abrasion	Selon DS	IEC 60794-1-21, Méthode E2A	Diamètre de l'aiguille d'acier d = 1,0 mm charge: 4 N
		Ou IEC 60794-1-21, Méthode E2B	
Longueur du câble en micro-conduit		À l'étude	

Tableau C.2 – Construction du micro-conduit

Caractéristiques	Exigences de famille	Méthodes d'essais	Remarques
Matériau	Selon DS		
Diamètre extérieur du micro-conduit	Selon DS	IEC 60811-203	
Diamètre intérieur du micro-conduit	Selon DS	IEC 60811-203	Cette méthode peut être adaptée à la mesure du diamètre intérieur
Épaisseur minimale du micro-conduit	Selon DS	IEC 60811-202	
Élément(s) de renfort	Selon DS	Contrôle visuel	
Gaine extérieure du micro-conduit			
– Matériau	Selon DS		
– Épaisseur minimale de la gaine	Selon DS	IEC 60811-203	
– Diamètre extérieur du micro-conduit	Selon DS	IEC 60811-202	
Protection facultative	Selon DS		
– Barrière contre l'humidité	Selon DS		
– Rubans métalliques	Selon DS		
Abrasion de la gaine	Selon DS	IEC 60794-1-21, Méthode E2A	
Marquage de la gaine			
– Configuration, dimensions	Selon DS	Contrôle visuel	
– Résistance à l'abrasion	Selon DS	IEC 60794-1-21, Méthode E2A	Diamètre de l'aiguille d'acier d = 1,0 mm charge: 4 N
		Ou IEC 60794-1-21, Méthode E2B	
Longueur du micro-conduit		À l'étude	

Tableau C.3 – Construction du micro-conduit protégé

Caractéristiques	Exigences de famille	Méthodes d'essais	Remarques
Matériau du micro-conduit	Selon DS		
Diamètre extérieur du micro-conduit	Selon DS	IEC 60811-203	
Diamètre intérieur du micro-conduit	Selon DS	IEC 60811-203	Cette méthode peut être adaptée à la mesure du diamètre intérieur
Épaisseur minimale du micro-conduit	Selon DS	IEC 60811-202	
Assemblage	Selon DS	Contrôle visuel	
Éléments(s) de renfort du faisceau de micro-conduits	Selon DS	Contrôle visuel	
Gaine extérieure du faisceau de micro-conduits			
– Matériau	Selon DS		
– Épaisseur minimale de la gaine	Selon DS	IEC 60811-202	
– Diamètre extérieur du faisceau de micro-conduits	Selon DS	IEC 60811-203	
Protection facultative	Selon DS		
– Barrière contre l'humidité	Selon DS		
– Rubans métalliques	Selon DS		
Abrasion de la gaine	Selon DS	IEC 60794-1-21, Méthode E2A	
Marquage de la gaine			
– Configuration, Dimensions	Selon DS	Contrôle visuel	
– Résistance à l'abrasion	Selon DS	IEC 60794-1-21, Méthode E2A	Diamètre de l'aiguille d'acier d = 1,0 mm charge: 4 N
		Ou IEC 60794-1-21 Méthode E2B	
Longueur du micro-conduit protégé		À l'étude	

Annexe D (normative)

Exigences de transmission

D.1 Affaiblissement de la fibre câblée

Selon la catégorie de fibre, le coefficient d'affaiblissement de la fibre câblée doit être inférieur aux valeurs maximales figurant dans le Tableau D.1 pour les fibres multimodales et inférieur aux valeurs maximales figurant dans le Tableau D.2 pour les fibres unimodales – pour les longueurs d'ondes mentionnées dans les tableaux. Ces valeurs concernent le câblage des locaux couvert dans certaines spécifications de la série de normes IEC 60794 et de l'ISO/IEC 11801 selon le cas. Les valeurs maximales pour les autres spécifications de la série de normes IEC 60794 sont données dans le Tableau D.3.

La catégorie de fibre doit faire l'objet d'un accord entre le client et le fournisseur.

**Tableau D.1 – Coefficient d'affaiblissement maximal
d'un câble en multimodal (dB/km)**

Catégories de fibre	Coefficient d'affaiblissement à 850 nm	Coefficient d'affaiblissement à 1 300 nm	Code de performance
IEC 60793-2-10, A1a.1	3,5	1,5	OM1, OM2
IEC 60793-2-10, A1a.2	3,5	1,5	OM1, OM2, OM3
IEC 60793-2-10, A1a.3	3,5	1,5	OM1, OM2, OM3, OM4
IEC 60793-2-10, A1b	3,5	1,5	OM1, OM2

**Tableau D.2 – Coefficient d'affaiblissement maximal d'un câble
en unimodal (dB/km) – Applications de câblage de locaux**

Catégories de fibre	Longueurs d'onde nm	Coefficient d'affaiblissement maximal	Code de performance
IEC 60793-2-50, B1.1, B1.3, B6_a1 ou B6_a2	1 310, 1 550	1,0	OS1
IEC 60793-2-50, B1.3, B6_a1 ou B6_a2	1 310, 1 383, 1 550	0,4	OS2

Tableau D.3 – Coefficient d'affaiblissement maximal d'un câble en unimodal (dB/km) – Toutes les autres applications

Catégories de fibre	Coefficient d'affaiblissement maximal (dB/km) aux longueurs d'onde (nm)			
	1 310 nm	1 383 nm	1 550 nm	1 625 nm
IEC 60793-2-50, B1.1 (dispersion non décalée)	0,40	N/A ^b	0,5	0,40 ^a
IEC 60793-2-50, B1.2 (décalée coupé)	N/A	N/A	0,30	0,40 ^a
IEC 60793-2-50, B1.3 (bande étendue)	0,40	0,40	0,30	0,40 ^a
IEC 60793-2-50, B2 (dispersion décalée)	N/A	N/A	0,35	0,40 ^a
IEC 60793-2-50, B4 (dispersion décalée non nulle)	N/A	N/A	0,35	0,40 ^a
IEC 60793-2-50, B5 (dispersion décalée non nulle à large bande)	N/A	N/A	0,35	0,40 ^a
IEC 60793-2-50, B6_a1 or B6_a2 (affaiblissement insensible à la courbure)	0,40	0,40	0,30	0,40 ^a
^a La performance à 1 625 nm est facultative, selon accord entre le client et le fournisseur.				
^b N/A = Non applicable.				

Les valeurs pour les fibres de catégorie B6_b2 et B6_b3 de l'IEC 60793-2-50 sont à l'étude.

Mode opératoire d'essai:

Les mesures doivent être effectuées conformément à l'IEC 60793-1-40.

D.2 Exigences de largeur de bande des fibres

Il n'y a aucune exigence de largeur de bande sur les fibres unimodales.

Pour les câbles contenant des fibres multimodales, la fibre non câblée doit être spécifiée à l'un des niveaux de performance définis dans le Tableau D.4 en termes de largeur de bande minimale (MHz×km), longueur d'onde et type de mesure.

La catégorie de fibre et le niveau de performance doivent faire l'objet d'un accord entre le client et le fournisseur.

Tableau D.4 – Largeur de bande minimale d'une fibre multimodale (MHz×km)

Catégories de fibre	Diamètre nominal de l'âme μm	Largeur de bande de trop-plein 850 nm	Largeur de bande de trop-plein 1 300 nm	Largeur de bande modale effective à 850 nm	Code de performance
IEC 60793-2-10, A1a.1	50	200	500	N/A ^a	OM1
IEC 60793-2-10, A1a.1	50	500	500	N/A	OM2
IEC 60793-2-10, A1a.2	50	1 500	500	2 000	OM3
IEC 60793-2-10, A1a.3	50	3 500	500	4 700	OM4
IEC 60793-2-10, A1b	62,5	200	500	N/A	OM1
IEC 60793-2-10, A1b	62,5	500	500	N/A	OM2
^a N/A = Non applicable.					

Annexe E (normative)

Méthode Exx de l'IEC 60794-1-21 – Essai de jeu interne du micro-conduit

E.1 Objet

L'objectif de cet essai est de confirmer la présence de l'alésage interne des micro-conduits, à la suite de la fabrication, ou de l'essai mécanique ou environnemental, d'une courte longueur (généralement 2 m maximum) de micro-conduit ou d'assemblage de micro-conduit protégé.

E.2 Généralités

Un essai de jeu interne consiste à faire passer un objet d'essai, tel qu'une sphère ou une courte longueur (par exemple, 100 mm) du câble réel à fibres optiques en micro-conduit ou de l'unité de fibre à installer, à travers la section d'un micro-conduit ou d'un assemblage de micro-conduit après fabrication, ou ayant fait l'objet d'un essai mécanique ou environnemental (par exemple, à la suite d'un essai d'écrasement). La réussite de l'essai indique que le micro-conduit n'a pas été endommagé de manière significative par le processus de fabrication ou l'essai appliqué. En raison de considérations pratiques, l'objet soumis à essai ne doit pas être plus petit que 85 % du diamètre nominal de l'alésage du micro-conduit, sauf accord contraire entre le fournisseur et le client.

Pour effectuer un essai de sections plus longues de micro-conduit ou de micro-conduit protégé, l'essai mentionné dans la Méthode E23 de l'IEC 60794-1-21 peut être mieux approprié.

E.3 Échantillon

L'échantillon est une courte section (généralement 2 m maximum) de micro-conduit ou d'assemblage de micro-conduit protégé.

E.4 Appareillage d'essai

Un objet d'essai, tel qu'une sphère ou une courte longueur (par exemple, 100 mm) de câble réel ou de l'unité de fibre réelle à installer, avec un diamètre supérieur ou égal à 85 % du diamètre nominal de l'alésage du micro-conduit, et méthode sûre pour attraper la sphère ou un autre objet à l'extrémité distante du micro-conduit.

E.5 Mode opératoire

Installer le dispositif de prise à l'extrémité distante du micro-conduit, placer l'objet dans le micro-conduit et le laisser aller jusqu'à l'extrémité distante. La méthode la plus pratique pour effectuer cette opération consiste à incliner l'échantillon de l'horizontale à la verticale.

E.6 Exigences

L'objet doit traverser le micro-conduit. Ceci confirme que la déformation permanente du micro-conduit individuel est inférieure ou égale à 15 % de son diamètre nominal, ce qui est considéré comme un dommage non significatif.

E.7 Détails à consigner

- Dimensions de l'objet
- Matériau de l'objet
- Informations concernant le micro-conduit (ID, OD)
- Longueur de l'échantillon

NOTE On tiendra compte de cette méthode d'essai pour inclusion dans l'IEC 60794-1-21.

Bibliographie

IEC 60794-1-21, *Optical fibre cables – Part 1-21: Generic specification – Basic optical cable test procedures – Mechanical test methods*
(disponible en anglais seulement)³

IEC 60811-501, *Câbles électrique 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*

³ 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