

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Optical fibre cables –

Part 2-23: Indoor cables – Detail specification for multi-fibre cables for use in MPO connector terminated cable assemblies

Câbles à fibres optiques –

Partie 2-23: Câbles intérieurs – Spécification particulière pour les câbles multifibres utilisés dans les câbles assemblés équipés de connecteurs MPO



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2024 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 Secretariat
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

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

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigendum or an amendment might have been published.

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

The advanced search enables to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee, ...). It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: sales@iec.ch.

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

Discover our powerful search engine and read freely all the publications previews, graphical symbols and the glossary. With a subscription you will always have access to up to date content tailored to your needs.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 500 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 25 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

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.

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études, ...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

Découvrez notre puissant moteur de recherche et consultez gratuitement tous les aperçus des publications, symboles graphiques et le glossaire. Avec un abonnement, vous aurez toujours accès à un contenu à jour adapté à vos besoins.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 500 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 25 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Optical fibre cables –

Part 2-23: Indoor cables – Detail specification for multi-fibre cables for use in MPO connector terminated cable assemblies

Câbles à fibres optiques –

Partie 2-23: Câbles intérieurs – Spécification particulière pour les câbles multifibres utilisés dans les câbles assemblés équipés de connecteurs MPO

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 33.180.10

ISBN 978-2-8322-8135-2

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	3
1 Scope	5
2 Normative references	5
3 Terms and definitions	6
4 Construction	6
4.1 General	6
4.2 Optical fibres	7
4.3 Ribbon structure	7
4.4 Strength and anti-buckling members	7
4.5 Ripcord	7
4.6 Cable sheath	7
4.7 Sheath marking	7
4.8 Example of cable construction	7
5 Tests	7
5.1 General	7
5.2 Dimensions	8
5.3 Mechanical requirements	8
5.3.1 General	8
5.3.2 Tensile performance	8
5.3.3 Crush	9
5.3.4 Impact	9
5.3.5 Bending	9
5.3.6 Repeated bending	10
5.3.7 Torsion	10
5.3.8 Kink	10
5.3.9 Abrasion resistance of cable marking	11
5.4 Environmental requirements	11
5.4.1 Temperature cycling	11
5.4.2 Sheath shrinkage	12
6 Transmission requirements	12
7 Fire performance	12
Annex A (normative) Cable sample preparation for bending and temperature cycling test	13
Annex B (informative) Examples of cable constructions	14
B.1 Optical cables for use in MPO connector terminated cable assemblies, with single sheath	14
B.2 Optical cables for use in MPO connector terminated cable assemblies, with double sheath	14
Bibliography	15
Figure A.1 – Sample preparation and length for multi-fibre cables for use in MPO connector terminated cable assemblies	13
Figure B.1 – Example of a cross-section of a 12-fibre cable with single sheath	14
Figure B.2 – Example of a cross-section of a 12-fibre cable with double sheath	14
Table 1 – Preferred low and high temperatures	11

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

OPTICAL FIBRE CABLES –

**Part 2-23: Indoor cables –
Detail specification for multi-fibre cables for use
in MPO connector terminated cable assemblies**

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) IEC draws attention to the possibility that the implementation of this document may involve the use of (a) patent(s). IEC takes no position concerning the evidence, validity or applicability of any claimed patent rights in respect thereof. As of the date of publication of this document, IEC had not received notice of (a) patent(s), which may be required to implement this document. However, implementers are cautioned that this may not represent the latest information, which may be obtained from the patent database available at <https://patents.iec.ch>. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

IEC 60794-2-23 has been prepared by subcommittee 86A: Fibres and cables, of IEC technical committee 86: Fibre optics. It is an International Standard.

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

Draft	Report on voting
86A/2392/FDIS	86A/2412/RVD

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

The language used for the development of this International Standard is English.

This document was drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2, and developed in accordance with ISO/IEC Directives, Part 1 and ISO/IEC Directives, IEC Supplement, available at www.iec.ch/members_experts/refdocs. The main document types developed by IEC are described in greater detail at www.iec.ch/publications.

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

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

- reconfirmed,
- withdrawn, or
- revised.

IMPORTANT – The "colour inside" logo on the cover page of this document 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 2-23: Indoor cables – Detail specification for multi-fibre cables for use in MPO connector terminated cable assemblies

1 Scope

This part of IEC 60794 is a detail specification and specifies indoor multi-fibre cables for use in MPO (multi-fibre push on) connector terminated cable assemblies.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60793-1-20, *Optical fibres – Part 1-20: Measurement methods and test procedures – Fibre geometry*

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

IEC 60793-1-40, *Optical fibres – Part 1-40: Attenuation measurement methods*

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

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: Product specifications – Sectional specification for class B single-mode fibres*

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 – General guidance*

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

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

IEC 60794-1-31, *Optical fibre cables – Part 1-31: Generic specification – Optical cable elements – Optical fibre ribbon*

IEC 60794-1-211, *Optical fibre cables – Part 1-211: Generic specification – Basic optical cable test procedures – Environmental test methods – Sheath shrinkage, method F11*

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

IEC 60794-2-20, *Optical fibre cables – Part 2-20: Indoor cables – Family specification for multi-fibre optical cables*

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*

3 Terms and definitions

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

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

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

3.1

cable for trunk cabling

cable to be used as part of the backbone routing in a cabling system

Note 1 to entry: Cables for trunk cabling normally forms cable assemblies that are tens or hundreds of meters length. The cable assemblies are installed in ladder racks, conduit or under raised floors.

3.2

cable for cords

cable to be cut into small lengths and used in cords

Note 1 to entry: The cords are normally installed inside a housing/frame or between nearby housings/frames as patch cords or jumpers and is used to create cross-connects or inter-connects within a cabling system.

4 Construction

4.1 General

In addition to the constructional requirements in IEC 60794-2 and IEC 60794-2-20, the following considerations apply to multi-fibre optical cables for use in MPO connector terminated cable assemblies.

It is not the intention of this document to specify the finished terminated cable assembly complete with terminations.

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

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

4.2 Optical fibres

Multimode or single-mode optical fibres shall meet the requirements of IEC 60793-2-10 sub-categories A1-OM1 or A1-OM2 to A1-OM5, or IEC 60793-2-50 class B.

NOTE The linear coefficient of optical fibre attenuation and attenuation point discontinuity might be affected by the cable manufacturing process. Maximum values for these optical characteristics can be agreed between the customer and the supplier.

4.3 Ribbon structure

If the fibres are in ribbon structure, the ribbon structure shall be in accordance with IEC 60794-1-31.

4.4 Strength and anti-buckling members

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

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

4.5 Ripcord

If required, a ripcord may be provided beneath the cable sheath. The functionality of the ripcord shall be tested according to IEC 60794-1-21, method E25.

4.6 Cable sheath

The cable shall have an overall protective sheath. The outer dimensions, sheath thickness of the cable and tolerance values shall be specified in relevant specification.

4.7 Sheath marking

If required, the cable shall be marked as agreed between the customer and the supplier.

4.8 Example of cable construction

Examples of cable constructions are shown in Annex B. Other configurations are not precluded if they meet the mechanical, environmental and transmission requirements given in this document.

5 Tests

5.1 General

Compliance with the specification requirements shall be verified by carrying out tests selected from 5.2 to 5.4. It is not intended that all tests be carried out in all cases. The tests to be applied and the frequency of testing need to be agreed between the customer and the supplier.

As a general requirement for the tests specified in this document, unless otherwise specified, the spirit is to keep "no change in attenuation" criteria at the end of each evaluation, although the parameters specified in this document may be affected by measurement uncertainty arising either from measurement errors or calibration errors. The optical total uncertainty of measurement for this document shall be $\pm 0,05$ dB for single-mode fibres and $\pm 0,2$ dB for multi-mode fibres. Any measured value within this range shall be considered as "no change in attenuation".

Single-mode fibre cables are measured at 1 550 nm or 1 625 nm and the measuring wavelength shall be agreed between the customer and supplier. Multimode fibre cables are measured at 850 nm or 1 300 nm and the measuring wavelength shall be agreed between the customer and supplier. Measurements of attenuation shall be carried out according to IEC 60793-1-40. Measurements of changes in attenuation shall be carried out according to IEC 60793-1-46.

NOTE The optimized wavelength for multimode fibres A1-OM3 and A1-OM4 is 850 nm and for A1-OM5 fibre, the targeted operational wavelength range is in the vicinity of 850 nm to 950 nm.

If cable loops are used within a test to fix the ends of a cable, the loop diameter shall be equal or greater than the specified minimum cable bend diameter to avoid cable damage and excessive mode filtering in multi-mode fibre.

Unless otherwise specified, all tests shall be carried out at expanded test conditions, as described in IEC 60794-1-2.

The following tests can be performed on a short sample length of cable which is still a part of a longer length. Thus, it becomes possible to detect permanent changes in attenuation. The measuring wavelength and maximum value of the attenuation change for longer lengths shall be agreed between the customer and the supplier.

5.2 Dimensions

The fibre dimensions and tolerances shall be verified in accordance with IEC 60793-1-20 or IEC 60793-1-21. The outer dimensions of the cable, as well as the thickness of the sheath, shall be measured in accordance with the methods of IEC 60811-202 and IEC 60811-203.

5.3 Mechanical requirements

5.3.1 General

The mechanical requirements are often different for cable for trunk cabling and cable for cords in most of the tests.

5.3.2 Tensile performance

Method:	IEC 60794-1-21, E1
Diameter of chuck drums and transfer devices:	not less than the minimum loaded bending diameter specified for the cable, at least 250 mm diameter.
Rate of transfer device:	either 100 mm/min or 100 N/min
Load and duration:	cable for trunk cabling: 400 N or the force exerted from mass of 1 km cable (with $g = 9,8 \text{ N/kg}$), whichever is greater, applied for a minimum period of 10 min cable for cords: 100 N, applied for a minimum period of 10 min
Length of sample:	sufficient to achieve the desired accuracy of measurement of attenuation change and shall be agreed between the customer and the supplier
Requirements:	there shall be no change in attenuation after the test; fibre strain shall not exceed 60 % of the proof test of the all-glass fibre while under test load; there shall be no visible damage to the cable elements.

5.3.3 Crush

Method:	IEC 60794-1-21, E3A
Short-term force and duration:	500 N, 1 min
Long-term force and duration:	cable for trunk cabling: 300 N applied for 10 min cable for cords: 200 N applied for 10 min
Requirements:	no change in attenuation during the long-term force and no change in attenuation after the short-term force test. There shall be no visible damage to the cable elements. Any flattening of cable elements is not considered as damage.

5.3.4 Impact

Method:	IEC 60794-1-21, E4
Radius of striking surface:	300 mm, minimum
Impact energy:	0,5 J for cables with diameter $\leq 2,0$ mm; 1,0 J for cables with diameter $> 2,0$ mm
Number of impacts:	3, each one impact per location
Length between test locations:	500 mm
Requirements:	no change in attenuation after the test. There shall be no visible damage to the cable elements. Any flattening of cable elements is not considered as damage.

5.3.5 Bending

Method:	IEC 60794-1-21, E11A
Mandrel diameter:	20 times cable diameter, but not less than 60 mm
Number of turns:	6
Number of cycles:	10
Cable sample:	See Annex A for details
Prior to bending:	at both ends of the sample, elements of the cable shall be fixed together, e.g. with clamps or glue. See Annex A.
Bend location:	the section in the middle of the cable length shall be bent.
Requirements for cabled single-mode fibres:	maximum attenuation change during the test $\leq 0,20$ dB. No change in attenuation after the test
Requirements for cabled multi-mode fibres:	maximum attenuation change during the test $\leq 0,4$ dB. No change in attenuation after the test
Requirements for cable:	there shall be no damage to the cable elements. Any flattening of cable elements is not considered as damage.

5.3.6 Repeated bending

Method:	IEC 60794-1-21, E6
Bending radius:	20 times cable diameter, but not less than 30 mm
Number of cycles:	200
Mass of weights:	cable for trunk cabling: sufficient to contour the apparatus, e.g. 40 N cable for cords: sufficient to contour the apparatus, e.g. 10 N to 20 N
Requirements:	no change in attenuation after the test and there shall be no damage to the cable elements. Any flattening of cable elements is not considered as damage.

5.3.7 Torsion

Method:	IEC 60794-1-21, E7
Number of cycles:	10
Distance between fixed and rotation clamp:	cable for trunk cabling or cords: 125 times cable diameter but not less than 0,3 m and not greater than 2,0 m
Tension load:	cable for trunk cabling: sufficient to keep the sample straight, e.g., 40 N cable for cords: sufficient to keep the sample straight, e.g. 10 N to 20 N.
Requirements for cabled single-mode fibres:	maximum attenuation change during the test $\leq 0,20$ dB, No change in attenuation after the test
Requirements for cabled multi-mode fibres:	maximum attenuation change during the test $\leq 0,4$ dB, No change in attenuation after the test.
Requirements for cable:	there shall be no damage to the cable elements.

5.3.8 Kink

Method:	IEC 60794-1-21, E10
Minimum loop diameter:	for cables outer diameter $\leq 3,0$ mm, to be 15 mm. for cables outer diameter $> 3,0$ mm, to be 5 times the cable diameter
Requirements:	no kink shall occur

5.3.9 Abrasion resistance of cable marking

Method: IEC 60794-1-21, E2B, method 2

Number of cycles: 50

Requirements: the marking shall be legible on completion of the test, after the number of specified cycles.

5.4 Environmental requirements

5.4.1 Temperature cycling

Method: IEC 60794-1-22, F12

Temperatures: Temperatures shall be in accordance with Table 1.

Soak time: 1 h

Number of cycles: 5

Table 1 – Preferred low and high temperatures

Low temperature	High temperature	Sources of temperatures (Informative)		Remark
T_A °C	T_B °C	Performance categories of connectors, components and protective housings ^a	Environmental classification of customer premises cabling ^b	
–10	+60	C	$M_x I_x C_1 E_x$	Recommended
–10	+70	C^{HD}	-	
–25	+70	OP	$M_x I_x C_2 E_x$	
–25	+85	OP^{HD}	-	
A suitable operating service environment (performance category) or environmental classification should be selected according to the application. A complete list of operating service environments can be found in IEC 60794-1-1. ^a Included in IEC 61753-1. The abbreviations represent: C: indoor controlled environment; OP: outdoor protected environment; HD: extended upper temperature necessary due to additional dissipation by active electronics. ^b Included in ISO/IEC 11801-1. For an introduction to the MICE environmental classification system, use ISO/IEC TR 29106. The abbreviation MICE represents: mechanical, ingress, climatic, electromagnetic.				

Cable sample: See Annex A for details

Prior to temperature cycling: at both ends of the sample, elements of the cable shall be fixed together, e.g. with clamps or glue. See Annex A.

Requirements: the maximum change in attenuation during the test shall be specified in the relevant specification; there shall be no change in attenuation after the test; other attenuation requirements may be agreed between the customer and the supplier.

5.4.2 Sheath shrinkage

Method:	IEC 60794-1-211, F11A
Low and high temperature:	One pair should be selected in Table 1 according to the application
Nominal length of samples:	1 m
Soak time t_1 :	1 h
Number of cycles:	5
Requirement:	The maximum sheath shrinkage shall be equal or less than 20 mm

NOTE IEC TR 62959 provides information on cable shrinkage characterisation of optical fibre cables that consist of standard glass optical fibres for telecommunication applications. The characterisation is directed to the effects of cable shrinkage or cable element shrinkage on the termination of cables.

6 Transmission requirements

The transmission requirements shall be in accordance with IEC 60793-2-10 or IEC 60793-2-50 and shall be agreed between the customer and the supplier. The maximum cable attenuation shall comply with IEC 60794-1-1.

7 Fire performance

All cables according to this document shall pass fire performance specifications. The requirements may differ in different regions (e.g. North America, EU). But they also can differ from country to country.

NOTE 1 IEC TR 62222 provides guidance and recommendations for the requirements and test methods for the fire performance of communication cables when installed in buildings. The recommendations relate to typical applications and installation practices, and an assessment of the fire hazards presented. Account is also taken of applicable legislation and regulation.

IEC TR 62222 references several IEC fire performance test methods and also other test methods that can be required by local or national legislation and regulation. It is important that the tests to be applied fulfil the national legislation and regulation and the specific requirements for its intended use.

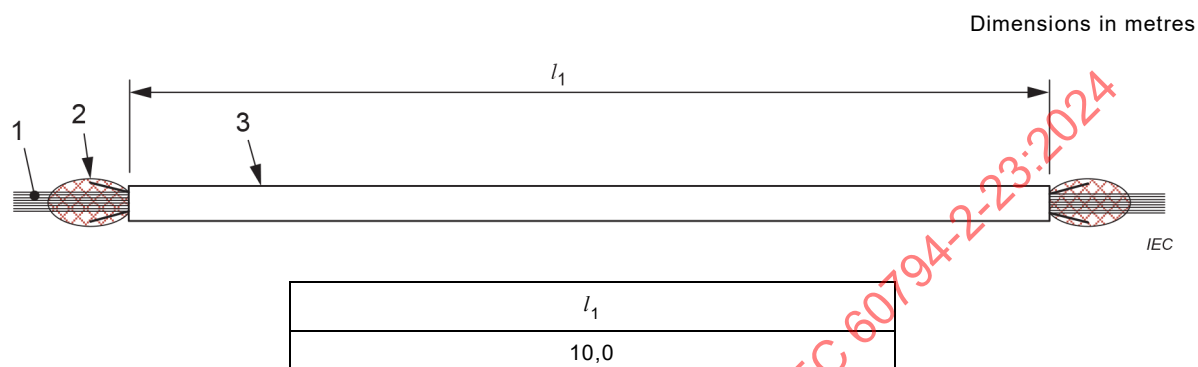
NOTE 2 Products placed on the EU or UK market would be determined whether EN 50575 is applicable after checking with local regulations.

Annex A

(normative)

Cable sample preparation for bending and temperature cycling test

The cable sample shall be prepared as shown in Figure A.1. Elements of the cable shall be fixed together at the illustrated positions, for example with clamps or glue. Fibres are fixed together for the test.



Key

- 1 primary coated optical fibres
- 2 element fixing location at cable end
- 3 cable sheath

NOTE Elements of the cable are fixed complying to their arrangements in the cable assembly.

**Figure A.1 – Sample preparation and length for multi-fibre cables
for use in MPO connector terminated cable assemblies**

Annex B (informative)

Examples of cable constructions

B.1 Optical cables for use in MPO connector terminated cable assemblies, with single sheath

A cable design with a single, thin sheath, as shown in Figure B.1, offers a high fibre density. Such cable types are best suitable for cords that are used within a fibre distribution housing/frame or between nearby housings/frames.

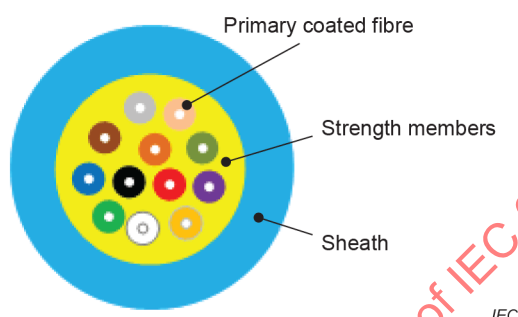


Figure B.1 – Example of a cross-section of a 12-fibre cable with single sheath

B.2 Optical cables for use in MPO connector terminated cable assemblies, with double sheath

A cable design with thicker sheath, for example with double sheath as shown in Figure B.2, protects the fibres against higher mechanical load to the cable. Such cable types are best suitable for trunk cabling.

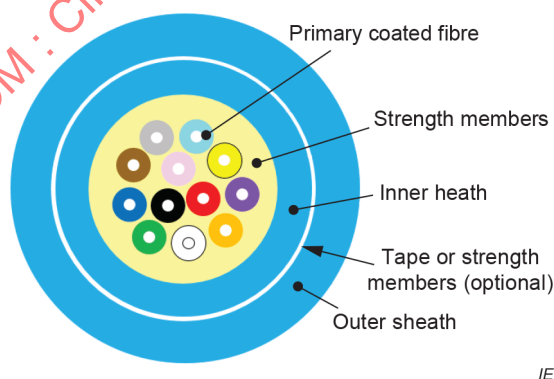


Figure B.2 – Example of a cross-section of a 12-fibre cable with double sheath

Bibliography

IEC 61753-1, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Performance standard – Part 1: General and guidance*

IEC TR 62222, *Fire performance of communication cables installed in buildings*

IEC TR 62959, *Optical fibre cables – Shrinkage effects on cable and cable element end termination – Guidance*

ISO/IEC 11801-1, *Information technology – Generic cabling for customer premises – Part 1: General requirements*

ISO/IEC TR 29106, *Information technology – Generic cabling – Introduction to the MICE environmental classification*

EN 50575, *Power, control and communication cables – Cables for general applications in construction works subject to reaction to fire requirements*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60794-2-23:2024

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	17
1 Domaine d'application	19
2 Références normatives	19
3 Termes et définitions	20
4 Construction	20
4.1 Généralités	20
4.2 Fibres optiques	21
4.3 Structure en ruban	21
4.4 Éléments de renfort et d'antidéformation	21
4.5 Filin de déchirement	21
4.6 Gaine de câble	21
4.7 Marquage de la gaine	21
4.8 Exemples de constructions de câbles	21
5 Essais	21
5.1 Généralités	21
5.2 Dimensions	22
5.3 Exigences mécaniques	22
5.3.1 Généralités	22
5.3.2 Performances en traction	23
5.3.3 Écrasement	23
5.3.4 Chocs	24
5.3.5 Courbures	24
5.3.6 Courbures répétées	25
5.3.7 Torsion	25
5.3.8 Pliure	25
5.3.9 Résistance à l'abrasion du marquage du câble	26
5.4 Exigences environnementales	26
5.4.1 Cycles de température	26
5.4.2 Rétraction de la gaine	27
6 Exigences de transmission	27
7 Comportement au feu	27
Annexe A (normative) Préparation d'échantillons de câble pour les essais de courbure et de cycles de température	28
Annexe B (informative) Exemples de constructions de câbles	29
B.1 Câbles optiques utilisés dans les câbles assemblés à une seule gaine, équipés de connecteurs MPO	29
B.2 Câbles optiques utilisés dans les câbles assemblés à double gaine, équipés de connecteurs MPO	29
Bibliographie	30
Figure A.1 – Préparation et longueur des échantillons pour les câbles multifibres utilisés dans les câbles assemblés équipés de connecteurs MPO	28
Figure B.1 – Exemple de section d'un câble à 12 fibres avec une seule gaine	29
Figure B.2 – Exemple de section d'un câble à 12 fibres avec une double gaine	29
Tableau 1 – Températures basse et haute préférentielles	26

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CABLES À FIBRES OPTIQUES –

**Partie 2-23: Câbles intérieurs –
Spécification particulière pour les câbles multifibres utilisés
dans les câbles assemblés équipés de connecteurs MPO**

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. À 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'IEC attire l'attention sur le fait que la mise en application du présent document peut entraîner l'utilisation d'un ou de plusieurs brevets. L'IEC ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et à l'applicabilité de tout droit de brevet revendiqué à cet égard. À la date de publication du présent document, l'IEC n'a pas reçu notification qu'un ou plusieurs brevets pouvaient être nécessaires à sa mise en application. Toutefois, il y a lieu d'avertir les responsables de la mise en application du présent document que des informations plus récentes sont susceptibles de figurer dans la base de données de brevets, disponible à l'adresse <https://patents.iec.ch>. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de l'identification de ces droits de propriété en tout ou partie.

L'IEC 60794-2-23 a été établie par le sous-comité 86A: Fibres et câbles, du comité d'études 86 de l'IEC: Fibres optiques. Il s'agit d'une Norme internationale.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

Projet	Rapport de vote
86A/2392/FDIS	86A/2412/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à son approbation.

La langue employée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, il a été développé selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et les Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous www.iec.ch/members_experts/refdocs. Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous www.iec.ch/publications.

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

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

- reconduit,
- supprimé, ou
- révisé.

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

CÂBLES À FIBRES OPTIQUES –

Partie 2-23: Câbles intérieurs – Spécification particulière pour les câbles multifibres utilisés dans les câbles assemblés équipés de connecteurs MPO

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60794 est une spécification particulière portant sur les câbles multifibres intérieurs destinés à être utilisés dans les câbles assemblés équipés de connecteurs MPO (*multi-fibre push on*).

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 60793-1-20, *Fibres optiques – Partie 1-20: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Géométrie de la fibre*

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

IEC 60793-1-40, *Fibres optiques – Partie 1-40: Méthodes de mesure de l'affaiblissement*

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

IEC 60793-2-10, *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 60794-1-1, *Câbles à fibres optiques – Partie 1-1: Spécification générique – Généralités*

IEC 60794-1-2, *Câbles à fibres optiques – Partie 1-2: Spécification générique – Procédures fondamentales d'essais des câbles optiques – Recommandations générales*

IEC 60794-1-21, *Câbles à fibres optiques – Partie 1-21: Spécification générique – Procédures fondamentales d'essais des câbles optiques – Méthodes d'essai mécanique*

IEC 60794-1-22, *Câbles à fibres optiques – Partie 1-22: Spécification générique – Procédures fondamentales d'essais des câbles optiques – Méthodes d'essais d'environnement*

IEC 60794-1-31, *Câbles à fibres optiques – Partie 1-31: Spécification générique – Éléments de câbles optiques – Rubans de fibres optiques*

IEC 60794-1-211, *Câbles à fibres optiques – Partie 1-211: Spécification générique – Procédures fondamentales d'essais des câbles optiques – Méthodes d'essais d'environnement – Rétraction de la gaine, méthode F11*

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

IEC 60794-2-20, *Câbles à fibres optiques – Partie 2-20: Câbles intérieurs – Spécification de famille pour les câbles optiques multifibres*

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

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

3 Termes et définitions

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

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

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

3.1

câble pour câblage principal d'infrastructure

câble à utiliser dans un système de câblage en tant que partie du routage central d'infrastructure

Note 1 à l'article: Les câbles pour câblage principal d'infrastructure forment normalement des câbles assemblés de plusieurs dizaines ou centaines de mètres de longueur. Les câbles assemblés sont installés dans des échelles de support, des conduits ou sous des planchers surélevés.

3.2

câble pour cordons

câble à couper en petites longueurs et utilisé dans les cordons

Note 1 à l'article: Les cordons sont normalement installés à l'intérieur d'un boîtier/répartiteur ou entre des boîtiers/répartiteurs voisins comme des cordons de brassage ou des jarretières, et sont utilisés pour créer des brassages ou des interconnexions dans un système de câblage.

4 Construction

4.1 Généralités

En complément des exigences de construction de l'IEC 60794-2 et de l'IEC 60794-2-20, les considérations suivantes s'appliquent aux câbles optiques multifibres destinés à être utilisés dans des câbles assemblés équipés de connecteurs MPO.

L'objet du présent document n'est pas de spécifier le câble assemblé fini équipé à ses extrémités.

Aucune longueur de livraison ne doit comporter d'épissure de fibre, sauf accord contraire entre le client et le fournisseur.

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

4.2 Fibres optiques

Les fibres optiques multimodales ou unimodales utilisées doivent être conformes aux exigences des sous-catégories A1-OM1 ou A1-OM2 à A1-OM5 de l'IEC 60793-2-10 ou de la classe B de l'IEC 60793-2-50.

NOTE Le coefficient linéaire d'affaiblissement des fibres optiques et de discontinuité du point d'affaiblissement peut être affecté par le processus de fabrication des câbles. Les valeurs maximales de ces caractéristiques optiques peuvent faire l'objet d'un accord entre le client et le fournisseur.

4.3 Structure en ruban

Si les fibres présentent une structure en ruban, cette structure doit être conforme à l'IEC 60794-1-31.

4.4 Éléments de renfort et d'antidéformation

Le câble doit être conçu avec des éléments de renfort suffisants pour satisfaire aux conditions d'installation et de service de manière à ce que les fibres ne soient pas soumises à des contraintes dépassant les limites convenues entre le client et le fournisseur.

Les éléments de renfort et/ou d'antidéformation peuvent être métalliques ou non métalliques, et peuvent être situés dans le cœur du câble et/ou sous la gaine et/ou à l'intérieur de la gaine.

4.5 Filin de déchirement

Si cela est exigé, un filin de déchirement peut être placé sous la gaine du câble. La fonctionnalité du filin de déchirement doit être soumise à l'essai conformément à la méthode E25 de l'IEC 60794-1-21.

4.6 Gaine de câble

Le câble doit comporter une gaine de protection intégrale. Les dimensions extérieures, l'épaisseur de la gaine du câble et les valeurs de tolérance doivent être indiquées dans la spécification applicable.

4.7 Marquage de la gaine

Si cela est exigé, le câble doit porter le marquage convenu entre le client et le fournisseur.

4.8 Exemples de constructions de câbles

Des exemples de constructions de câbles sont donnés à l'Annexe B. D'autres configurations ne sont pas exclues si elles satisfont aux exigences mécaniques, environnementales et de transmission données dans le présent document.

5 Essais

5.1 Généralités

La conformité aux exigences de la spécification doit être vérifiée en réalisant les essais choisis du 5.2 au 5.4. Il n'est pas prévu d'effectuer tous les essais dans tous les cas. Il est nécessaire que les essais à appliquer et leur fréquence de réalisation fassent l'objet d'un accord entre le client et le fournisseur.

Sauf spécification contraire, pour satisfaire aux exigences générales d'essais figurant dans le présent document, le principe est de maintenir les critères "d'absence de variation d'affaiblissement" à la fin de chaque évaluation, même si les paramètres spécifiés dans ce document peuvent être affectés par l'incertitude de mesure résultant des erreurs de mesure ou des erreurs d'étalonnage. L'incertitude de mesure optique totale de ce document doit être de $\pm 0,05$ dB pour les fibres unimodales et de $\pm 0,2$ dB pour les fibres multimodales. Toute valeur mesurée dans cette plage doit être considérée comme représentant une "absence de variation d'affaiblissement".

Les câbles à fibres unimodales sont mesurés à 1 550 nm ou 1 625 nm et la longueur d'onde de mesure doit faire l'objet d'un accord entre le client et le fournisseur. Les câbles à fibres multimodales sont mesurés à 850 nm ou 1 300 nm et la longueur d'onde de mesure doit faire l'objet d'un accord entre le client et le fournisseur. Les mesures d'affaiblissement doivent être réalisées conformément à l'IEC 60793-1-40. Les mesures de variations d'affaiblissement doivent être réalisées conformément à l'IEC 60793-1-46.

NOTE La longueur d'onde optimisée pour les fibres multimodales A1-OM3 et A1-OM4 est 850 nm et pour les fibres A1-OM5, la plage de longueurs d'onde de fonctionnement ciblée est comprise entre 850 nm et 950 nm.

Si des boucles de câble sont utilisées dans un essai pour fixer les extrémités d'un câble, le diamètre des boucles doit être supérieur ou égal au diamètre de courbure minimal spécifié du câble, pour éviter d'endommager le câble et pour éviter un filtrage de mode excessif dans les fibres multimodales.

Sauf spécification contraire, tous les essais doivent être effectués dans les conditions d'essai élargies, telles qu'elles sont décrites dans l'IEC 60794-1-2.

Les essais suivants peuvent être réalisés sur une courte longueur d'échantillon de câble qui fait encore partie intégrante d'une plus grande longueur. Ainsi, il devient possible de détecter des variations permanentes d'affaiblissement. La longueur d'onde de mesure et la valeur maximale de la variation d'affaiblissement pour des longueurs plus grandes doivent faire l'objet d'un accord entre le client et le fournisseur.

5.2 Dimensions

Les dimensions et les tolérances des fibres doivent être vérifiées conformément à l'IEC 60793-1-20 ou l'IEC 60793-1-21. Les dimensions extérieures du câble, ainsi que l'épaisseur de la gaine, doivent être mesurées conformément aux méthodes de l'IEC 60811-202 et de l'IEC 60811-203.

5.3 Exigences mécaniques

5.3.1 Généralités

Dans la plupart des essais, les exigences mécaniques sont souvent différentes pour les câbles pour câblage principal d'infrastructure et les câbles pour cordons.

5.3.2 Performances en traction

Méthode:	IEC 60794-1-21, E1
Diamètre des tambours de blocage et des dispositifs de transfert:	non inférieur au diamètre de courbure minimal spécifié pour le câble en charge, au moins égal à 250 mm.
Vitesse du dispositif de transfert:	100 mm/min ou 100 N/min
Charge et durée:	câble pour câblage principal d'infrastructure: charge de 400 N ou la force exercée par une masse de 1 km de câble (avec $g = 9,8 \text{ N/kg}$), la plus grande valeur étant retenue, appliquée pendant une durée minimale de 10 min câble pour cordons: charge de 100 N, appliquée pendant une durée minimale de 10 min
Longueur de l'échantillon:	suffisante pour atteindre la précision souhaitée pour la mesure de la variation d'affaiblissement, et doit faire l'objet d'un accord entre le client et le fournisseur
Exigences:	aucune variation d'affaiblissement ne doit être constatée à l'issue de l'essai; la déformation de la fibre ne doit pas dépasser 60 % de l'essai d'épreuve de la fibre de verre soumise à la charge d'essai; les éléments du câble ne doivent présenter aucun dommage visible.

5.3.3 Écrasement

Méthode:	IEC 60794-1-21, E3A
Force à court terme et durée:	500 N, 1 min
Force à long terme et durée:	câble pour câblage principal d'infrastructure: charge de 300 N appliquée pendant 10 min câble pour cordons: charge de 200 N appliquée pendant 10 min
Exigences:	aucune variation d'affaiblissement pendant l'application de la force à long terme et aucune variation d'affaiblissement après l'essai avec une force à court terme. Les éléments du câble ne doivent présenter aucun dommage visible. Un aplatissement des éléments du câble n'est pas considéré comme un dommage.

5.3.4 Chocs

Méthode:	IEC 60794-1-21, E4
Rayon de la surface de frappe:	300 mm, minimum
Énergie d'impact:	0,5 J pour les câbles de diamètre $\leq 2,0$ mm; 1,0 J pour les câbles de diamètre $> 2,0$ mm
Nombre d'impacts:	3, un impact par emplacement
Longueur entre emplacements d'essai:	500 mm
Exigences:	aucune variation d'affaiblissement après l'essai. Les éléments du câble ne doivent présenter aucun dommage visible. Un aplatissement des éléments du câble n'est pas considéré comme un dommage.

5.3.5 Courbures

Méthode:	IEC 60794-1-21, E11A
Diamètre du mandrin:	20 fois le diamètre du câble, mais non inférieur à 60 mm
Nombre de spires:	6
Nombre de cycles:	10
Échantillon de câble:	Voir l'Annexe A pour les informations détaillées
Avant la courbure:	aux deux extrémités de l'échantillon, les éléments du câble doivent être fixés ensemble, par exemple au moyen de pinces ou de colle. Voir l'Annexe A.
Emplacement des courbures:	la section située à mi-longueur du câble doit être courbée.
Exigences relatives aux fibres unimodales câblées:	variation d'affaiblissement maximale pendant l'essai $\leq 0,20$ dB. Aucune variation d'affaiblissement après l'essai
Exigences relatives aux fibres multimodales câblées:	variation d'affaiblissement maximale pendant l'essai $\leq 0,4$ dB. Aucune variation d'affaiblissement après l'essai
Exigences relatives au câble:	aucune détérioration ne doit être constatée sur les éléments de câble. Un aplatissement des éléments du câble n'est pas considéré comme un dommage.

5.3.6 Courbures répétées

Méthode:	IEC 60794-1-21, E6
Rayon de courbure:	20 fois le diamètre du câble, mais non inférieur à 30 mm
Nombre de cycles:	200
Masse des poids:	câble pour câblage principal d'infrastructure: suffisante pour contourner l'appareillage (40 N, par exemple) câble pour cordons: suffisante pour contourner l'appareillage (10 N à 20 N, par exemple)
Exigences:	aucune variation d'affaiblissement après l'essai et aucune détérioration ne doit être constatée sur les éléments de câble. Un aplatissement des éléments du câble n'est pas considéré comme un dommage.

5.3.7 Torsion

Méthode:	IEC 60794-1-21, E7
Nombre de cycles:	10
Distance entre pince fixe et pince tournante:	câble pour câblage principal d'infrastructure ou pour cordons: 125 fois le diamètre du câble, mais non inférieure à 0,3 m et non supérieure à 2,0 m
Charge de tension:	câble pour câblage principal d'infrastructure: suffisante pour maintenir l'échantillon droit (40 N, par exemple) câble pour cordons: suffisante pour maintenir l'échantillon droit (10 N à 20 N, par exemple).
Exigences relatives aux fibres unimodales câblées:	variation d'affaiblissement maximale pendant l'essai $\leq 0,20$ dB, aucune variation d'affaiblissement après l'essai
Exigences relatives aux fibres multimodales câblées:	variation d'affaiblissement maximale pendant l'essai $\leq 0,4$ dB, aucune variation d'affaiblissement après l'essai.
Exigences relatives au câble:	aucune détérioration ne doit être constatée sur les éléments de câble.

5.3.8 Pliure

Méthode:	IEC 60794-1-21, E10
Diamètre minimal de la boucle:	pour des câbles de diamètre extérieur $\leq 3,0$ mm, il doit être égal à 15 mm. pour des câbles de diamètre extérieur $> 3,0$ mm, il doit être de 5 fois le diamètre du câble
Exigences:	aucune pliure ne doit se produire