

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60793-2

**Edition 4.1
2001-10**

Edition 4:1998 consolidée par l'amendement 1:2001
Edition 4:1998 consolidated with amendment 1:2001

Fibres optiques –

**Partie 2:
Spécifications de produits**

Optical fibres –

**Part 2:
Product specifications**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60793-2:1998+A1:2001

Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

Editions consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique. Des renseignements relatifs à cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- Site web de la CEI (www.iec.ch)
- Catalogue des publications de la CEI

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI (www.iec.ch/catlg-f.htm) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.

- IEC Just Published

Ce résumé des dernières publications parues (www.iec.ch/JP.htm) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.

- Service clients

Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

Email: custserv@iec.ch
Tél: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

Publication numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series. For example, IEC 34-1 is now referred to as IEC 60034-1.

Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Further information on IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology. Information relating to this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is also available from the following:

- IEC Web Site (www.iec.ch)
- Catalogue of IEC publications

The on-line catalogue on the IEC web site (www.iec.ch/catlg-e.htm) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. On-line information is also available on recently issued publications, withdrawn and replaced publications, as well as corrigenda.

- IEC Just Published

This summary of recently issued publications (www.iec.ch/JP.htm) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.

- Customer Service Centre

If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:

Email: custserv@iec.ch
Tel: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60793-2

Edition 4.1

2001-10

Edition 4:1998 consolidée par l'amendement 1:2001
Edition 4:1998 consolidated with amendment 1:2001

Fibres optiques –

**Partie 2:
Spécifications de produits**

Optical fibres –

**Part 2:
Product specifications**

© IEC 2001 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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'éditeur.

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 the publisher.

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembe Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	6
1 Domaine d'application et objet	8
2 Références normatives	8
3 Assurance de la qualité.....	10
4 Spécifications de produit pour les fibres optiques de classe A (fibres multimodales).....	10
4.1 Catégorie A1	10
4.1.1 Construction et dimensions	10
4.1.2 Couleurs du revêtement primaire et/ou du revêtement protecteur	14
4.1.3 Prescriptions mécaniques	14
4.1.4 Prescriptions de transmission	16
4.1.5 Prescriptions relatives à l'environnement.....	18
4.1.6 Livraison.....	20
4.2 Catégorie A2	20
4.2.1 Construction et dimensions	20
4.2.2 Couleurs du revêtement primaire et/ou du revêtement protecteur	22
4.2.3 Prescriptions mécaniques	22
4.2.4 Prescriptions relatives à la transmission.....	22
4.2.5 Prescriptions relatives à l'environnement.....	24
4.2.6 Livraison.....	24
4.3 Catégorie A3	24
4.3.1 Construction et dimensions	24
4.3.2 Couleurs du revêtement primaire et/ou du revêtement protecteur	28
4.3.3 Prescriptions mécaniques	28
4.3.4 Prescriptions relatives à la transmission.....	28
4.3.5 Prescriptions relatives à l'environnement.....	30
4.3.6 Livraison.....	30
4.4 Catégorie A4	30
4.4.1 Construction et dimensions	30
4.4.2 Couleurs du revêtement protecteur	32
4.4.3 Prescriptions mécaniques	34
4.4.4 Prescriptions relatives à la transmission.....	40
4.4.5 Prescriptions relatives à l'environnement.....	40
4.4.6 Livraison.....	42
5 Spécifications de produit pour les fibres optiques de classe B (fibres unimodales)	42
5.1 Construction et dimensions	42
5.1.1 Matériau du cœur et de la gaine	42
5.1.2 Revêtement primaire de la fibre	42
5.1.3 Revêtement protecteur.....	42
5.1.4 Dimensions.....	42
5.2 Couleurs du revêtement primaire et/ou du revêtement protecteur	44
5.3 Prescriptions mécaniques	46

CONTENTS

FOREWORD	7
1 Scope and object	9
2 Normative references	9
3 Quality assurance	11
4 Product specifications for class A optical fibres (multimode fibres)	11
4.1 Category A1	11
4.1.1 Construction and dimensions	11
4.1.2 Colours of the coating and/or buffer	15
4.1.3 Mechanical requirements	15
4.1.4 Transmission requirements	17
4.1.5 Environmental requirements	19
4.1.6 Delivery	21
4.2 Category A2	21
4.2.1 Construction and dimensions	21
4.2.2 Colours of the coating and/or buffer	23
4.2.3 Mechanical requirements	23
4.2.4 Transmission requirements	23
4.2.5 Environmental requirements	25
4.2.6 Delivery	25
4.3 Category A3	25
4.3.1 Construction and dimensions	25
4.3.2 Colours of the coating and/or buffer	29
4.3.3 Mechanical requirements	29
4.3.4 Transmission requirements	29
4.3.5 Environmental requirements	31
4.3.6 Delivery	31
4.4 Category A4	31
4.4.1 Construction and dimensions	31
4.4.2 Colours of buffer	33
4.4.3 Mechanical requirements	35
4.4.4 Transmission requirements	41
4.4.5 Environmental requirements	41
4.4.6 Delivery	43
5 Product specifications for class B optical fibres (single-mode fibres)	43
5.1 Construction and dimensions	43
5.1.1 Core and cladding material	43
5.1.2 Fibre coating	43
5.1.3 Buffer	43
5.1.4 Dimensions	43
5.2 Colours of the coating and/or buffer	45
5.3 Mechanical requirements	47

5.4	Prescriptions relatives à la transmission.....	46
5.4.1	Affaiblissement linéique	46
5.4.2	Dispersion	46
5.4.3	Diamètre de champ de mode	46
5.4.4	Longueur d'onde de coupure.....	46
5.5	Prescriptions relatives à l'environnement	54
5.5.1	Cycles de température	54
5.5.2	Modification de la transmission optique	54
5.5.3	Acceptation.....	54
5.6	Livraison.....	54
Annexe A (informative) Applications supportées		56
Annexe B (informative) Vieillissement à l'hydrogène		60
Bibliographie		62
Figure 1 – Relation possible entre la bande passante à 850 nm et celle à 1 300 nm.....		18
Tableau 1 – Dimensions.....		12
Tableau 2 – Essais dimensionnels.....		14
Tableau 3 – Gammes de paramètres de transmission pour fibres A1a, A1b, A1d à 850 nm et/ou 1 300 nm.....		16
Tableau 4 – Essais optiques et de transmission.....		18
Tableau 8 – Dimensions.....		20
Tableau 9 – Essais dimensionnels.....		22
Tableau 10 – Paramètres de transmission à 850 nm.....		24
Tableau 11 – Essais optiques et de transmission.....		24
Tableau 12.....		26
Tableau 13.....		26
Tableau 14 – Paramètres de transmission à 850 nm.....		28
Tableau 15 – Essais optiques et de transmission.....		30
Tableau 16 – Dimensions.....		32
Tableau 17 – Méthode d'essai des dimensions		32
Tableau 18 – Paramètres de transmission à 650 nm.....		40
Tableau 19 – Essais optiques et de transmission.....		40
Tableau 20 – Dimensions.....		42
Tableau 21 – Essais dimensionnels.....		44
Tableau 22 – Paramètres de transmission.....		48
Tableau 22A – Paramètres de transmission pour fibre du type B1.3: Fibre unimodale à dispersion non décalée de bande de longueur d'onde étendue.....		52
Tableau 23 – Essais optiques et de transmission.....		54
Tableau A.1 – Liste de certaines applications normalisées au niveau international et d'autres applications recommandées, supportées par des fibres A1.....		56
Tableau A.2 – Liste de spécifications commerciales de bande passante fréquemment utilisées pour les fibres multimodales A1a et A1b à gradient d'indice		58

5.4	Transmission requirements	47
5.4.1	Attenuation coefficient	47
5.4.2	Dispersion	47
5.4.3	Mode field diameter	47
5.4.4	Cut-off wavelength	47
5.5	Environmental requirements	55
5.5.1	Temperature cycling	55
5.5.2	Change of optical transmission	55
5.5.3	Acceptance	55
5.6	Delivery	55
	Annex A (informative) Supported applications	57
	Annex B (informative) Hydrogen ageing	61
	Bibliography	63
	Figure 1 – Possible relation between the bandwidth at 850 nm and that at 1 300 nm	19
	Table 1 – Dimensions	13
	Table 2 – Dimensional tests	15
	Table 3 – Ranges of transmission parameters for A1a, A1b, A1d fibres at 850 nm and/or 1 300 nm	17
	Table 4 – Optical and transmission tests	19
	Table 8 – Dimensions	21
	Table 9 – Dimensional tests	23
	Table 10 – Transmission parameters at 850 nm	25
	Table 11 – Optical and transmission tests	25
	Table 12	27
	Table 13	27
	Table 14 – Transmission parameters at 850 nm	29
	Table 15 – Optical and transmission tests	31
	Table 16 – Dimensions	33
	Table 17 – Dimensional test methods	33
	Table 18 – Transmission parameters at 650 nm	41
	Table 19 – Optical and transmission tests	41
	Table 20 – Dimensions	43
	Table 21 – Dimensional tests	45
	Table 22 – Transmission parameters	49
	Table 22A – Transmission parameters for fibre type B1.3: Extended wavelength band dispersion unshifted single mode fibre	53
	Table 23 – Optical and transmission tests	55
	Table A.1 – Review of some internationally standardised and other recommended applications, supported by A1 fibres	57
	Table A.2 – Review of frequently used commercial bandwidth specifications for A1a and A1b graded-index multimode fibres	59

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

FIBRES OPTIQUES –

Partie 2: Spécifications de produits

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Électrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI 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, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. 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 la CEI, participent également aux travaux. La CEI 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 la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, spécifications techniques, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60793-2 a été établie par le sous-comité 86A: Fibres et câbles du comité d'étude 86 de la CEI: Fibres optiques.

Il convient de lire la présente norme conjointement avec la CEI 60793-1.

La présente version consolidée de la CEI 60793-2 est issue de la quatrième édition (1998) [documents 86A/461/FDIS et 86A/473/RVD] et de son amendement 1 (2001) [documents 86A/705/FDIS et 86A/728/RVD].

Elle porte le numéro d'édition 4.1.

Une ligne verticale dans la marge indique où la publication de base a été modifiée par l'amendement 1.

Les annexes A et B sont données uniquement à titre d'information.

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de son amendement ne sera pas modifié avant 2003. A cette date, la publication sera

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

OPTICAL FIBRES –

Part 2: Product specifications

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the 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, the IEC publishes International Standards. 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. The 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 the 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 National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical specifications, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60793-2 has been prepared by subcommittee 86A: Fibres and cables, of IEC technical committee 86: Fibre optics.

This standard should be read in conjunction with IEC 60793-1.

This consolidated version of IEC 60793-2 is based on the fourth edition (1998) [documents 86A/461/FDIS and 86A/473/RVD] and its amendment 1 (2001) [documents 86A/705/FDIS and 86A/728/RVD].

It bears the edition number 4.1.

A vertical line in the margin shows where the base publication has been modified by amendment 1.

Annexes A and B are for information only.

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendment will remain unchanged until 2003. At this date, the publication will be

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

FIBRES OPTIQUES –

Partie 2: Spécifications de produits

1 Domaine d'application et objet

La présente norme est applicable:

- aux fibres optiques des types A1a, A1b, A1c et A1d. Ces fibres sont utilisées ou peuvent être incorporées dans un équipement de transmission d'informations ou dans des câbles à fibres optiques;
- aux fibres optiques de catégories A2. Ces fibres sont utilisées ou peuvent être incorporées, pour des liaisons de courte distance, dans un équipement de transmission d'informations ou dans des câbles à fibres optiques pour liaisons de courte distance (en général jusqu'à 2 km);
- aux fibres de catégories A3. Ces fibres sont utilisées ou peuvent être incorporées, pour des liaisons de courte distance, dans un équipement de transmission d'informations ou dans des câbles à fibres optiques pour liaisons de courte distance (en général jusqu'à 1 km);
- aux fibres optiques de catégorie A4. Ces fibres sont utilisées ou peuvent être incorporées dans un équipement de transmission d'informations ou dans des câbles pour liaisons de courte distance (en général jusqu'à 100 m);
- aux fibres optiques de classe B. Ces fibres sont utilisées ou peuvent être incorporées dans un équipement de transmission d'informations ou dans des câbles à fibres optiques.

Cette norme fournit des spécifications de produit pour les fibres optiques avec revêtement primaire et avec ou sans revêtement protecteur, et a pour objet deux classes de fibres optiques: classe A, multimodales, et classe B, unimodales. Il y a actuellement quatre catégories de fibres optiques de classe A et quatre catégories de classe B. Dans chaque catégorie, il y a des sous-catégories qui sont distinguées sur la base de types de fibre ou d'applications différents.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de la CEI 60793. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 60793 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 60068 (toutes les parties), *Essais d'environnement*

CEI 60304:1982, *Couleurs de référence de l'enveloppe isolante pour câbles et fils pour basses fréquences*

CEI 60793-1-1:1995, *Fibres optiques – Partie 1: Spécification générique – Section 1: Généralités*

CEI 60793-1-2:1995, *Fibres optiques – Partie 1: Spécification générique – Section 2: Méthodes de mesure des dimensions*

CEI 60793-1-3:1995, *Fibres optiques – Partie 1: Spécification générique – Section 3: Méthodes de mesure des caractéristiques mécaniques*

OPTICAL FIBRES –

Part 2: Product specifications

1 Scope and object

This standard is applicable:

- to optical fibres type A1a, A1b, A1c and A1d. These fibres are used or can be incorporated in information transmission equipment and optical fibre cables;
- to optical fibres category A2. These fibres are used and can be incorporated in short links in communication equipment or in cables for short-distance links (typically up to 2 km);
- to optical fibres category A3. These fibres are used or can be incorporated in short links in communication equipment or in cables for short-distance links (typically up to 1 km);
- to optical fibres category A4. These fibres are used or can be incorporated in short links in communication equipment or in cables for short-distance links (typically up to 100 m);
- to optical fibres class B. These fibres are used or can be incorporated in information transmission equipment and optical fibre cables.

This standard provides product specifications for coated optical fibres with or without buffer and deals with two classes of optical fibres: class A, multimode and class B, single mode. There are at present four categories of class A fibres and four of class B. Within each category, there are sub-categories that are distinguished on the basis of different fibre types or applications.

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 60793. For dated references, subsequent amendments to, or revisions of, any of these publications do not apply. However, parties to agreements based on this part of IEC 60793 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. For undated references, the latest edition of the normative document referred to applies. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 60068 (all parts), *Environmental testing*

IEC 60304:1982, *Standard colours for insulation for low-frequency cables and wires*

IEC 60793-1-1:1995, *Optical fibres – Part 1: Generic specification – Section 1: General*

IEC 60793-1-2:1995, *Optical fibres – Part 1: Generic specification – Section 2: Measuring methods for dimensions*

IEC 60793-1-3:1995, *Optical fibres – Part 1: Generic specification – Section 3: Measuring methods for mechanical characteristics*

CEI 60793-1-4:1995, *Fibres optiques – Partie 1: Spécification générique – Section 4: Méthodes de mesure des caractéristiques optiques et de transmission*

CEI 60793-1-5:1995, *Fibres optiques – Partie 1: Spécification générique – Section 5: Méthodes de mesure des caractéristiques d'environnement*

CEI 60793-1-20:2001, *Fibres optiques – Partie 1-20: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Géométrie de la fibre*

CEI 60793-1-40:2001, *Fibres optiques – Partie 1-40: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Affaiblissement*

CEI 60793-1-41:2001, *Fibres optiques – Partie 1-41: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Largeur de bande*

CEI 60793-1-42:2001, *Fibres optiques – Partie 1-42: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Dispersion chromatique*

CEI 60793-1-43:2001, *Fibres optiques – Partie 1-43: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Ouverture numérique*

CEI 60794-2:1989, *Câbles à fibres optiques – Deuxième partie. Spécifications de produit*

CEI TR 62048, — *Théorie en loi de puissance de la fiabilité des fibres optiques*¹⁾

ISO/CEI 11801:1995, *Technologie de l'information – Câblage générique des locaux d'utilisateurs*²⁾

Amendement 1 (1999)

Amendement 2 (1999)

UIT-T Recommandation G.663: *Aspects liés à l'application des dispositifs et sous-systèmes amplifiés à fibres optiques*

3 Assurance de la qualité

Il est de la responsabilité du fabricant de mettre en place un système d'assurance de la qualité, par des procédures de contrôle de la qualité qui garantissent que le produit satisfait aux prescriptions de cette norme. Il n'est pas envisagé qu'un programme d'essai complet soit effectué sur chaque longueur de fibre. Lorsque l'acheteur désire spécifier des essais d'acceptation, ou d'autres procédures de qualité, il est indispensable qu'un accord ait été établi entre le fabricant et l'acheteur au moment de la commande.

4 Spécifications de produit pour les fibres optiques de classe A (fibres multimodales)

4.1 Catégorie A1

4.1.1 Construction et dimensions

4.1.1.1 Matériau du cœur et de la gaine

La fibre doit être constituée d'un cœur de verre avec un profil à gradient d'indice, et d'une gaine de verre conformément au 3.1 de la CEI 60793-1-1.

¹⁾ A publier.

²⁾ Il existe une édition consolidée 1.2 (2000) comprenant l'édition 1.0 et ses amendements.

IEC 60793-1-4:1995, *Optical fibres – Part 1: Generic specification – Section 4: Measuring methods for transmission and optical characteristics*

IEC 60793-1-5:1995, *Optical fibres – Part 1: Generic specification – Section 5: Measuring methods for environmental characteristics*

IEC 60793-1-20:2001, *Optical Fibres – Part 1-20: Measurement methods and test procedures – Fibre geometry*

IEC 60793-1-40:2001, *Optical fibres – Part 1-40: Measurement methods and test procedures – Attenuation*

IEC 60793-1-41:2001, *Optical fibres – Part 1-41: Measurement methods and test procedures – Bandwidth*

IEC 60793-1-42:2001, *Optical fibres – Part 1-42: Measurement methods and test procedures – Chromatic dispersion*

IEC 60793-1-43:2001, *Optical fibres – Part 1-43: Measurement methods and test procedures – Numerical aperture*

IEC 60794-2:1989, *Optical fibre cables – Part 2: Product specifications*

IEC TR 62048, —*The law theory of optical fibre reliability* ¹⁾

ISO/IEC 11801:1995, *Information technology – Generic cabling for customer premises* ²⁾
Amendment 1 (1999)
Amendment 2 (1999)

ITU-T Recommendation G.663: *Application related aspects of optical fibre amplifier devices and subsystems*

3 Quality assurance

It is the responsibility of the manufacturer to establish quality assurance by quality control procedures which ensure that the product meets the requirements of this standard. It is not intended that a complete testing programme be carried out on every length of fibre. When the purchaser wishes to specify acceptance tests or other quality procedures, it is essential that an agreement be reached between the manufacturer and the purchaser at the time of ordering.

4 Product specifications for class A optical fibres (multimode fibres)

4.1 Category A1

4.1.1 Construction and dimensions

4.1.1.1 Core and cladding material

The fibre shall consist of a glass core with a graded index profile and a glass cladding in accordance with 3.1 of IEC 60793-1-1.

¹⁾ To be published.

²⁾ There exists a consolidated edition 1.2 (2000) that includes edition 1.0 and its amendments.

4.1.1.2 Revêtement primaire de la fibre

La gaine de la fibre doit être revêtue d'un matériau approprié. Le revêtement primaire doit être en contact étroit avec la surface de la gaine, de façon à préserver l'intégrité initiale de cette surface.

Le revêtement primaire doit être constitué d'une ou de plusieurs couches de matériaux identiques ou différents. Le revêtement primaire doit pouvoir être ôté afin de permettre les connexions, sauf lorsqu'il est utilisé comme surface de référence. La méthode de dénudage doit être convenue entre le fabricant et l'acheteur.

4.1.1.3 Revêtement protecteur

Le revêtement protecteur est un matériau qui peut être ajouté pour une protection supplémentaire de la fibre. Ce revêtement peut être constitué d'un ou de plusieurs matériaux. Les interstices existant entre la fibre munie de son revêtement primaire et le revêtement protecteur lâche peuvent être remplis avec un fluide approprié ou des matériaux facilement déformables.

4.1.1.4 Dimensions

Les dimensions sont données dans le tableau 1.

La conformité doit être vérifiée suivant les méthodes indiquées dans le tableau 2.

Tableau 1 – Dimensions

Type de fibre		A1a	A1b	A1d
Diamètre du cœur (D_{co})	(μm)	50 ± 3	$62,5 \pm 3$	100 ± 5
Diamètre de gaine (D_{cl})	(μm)	125 ± 2	125 ± 2	140 ± 4
Erreur de concentricité cœur/gaine	(μm)	≤ 3	≤ 3	≤ 6
Non-circularité de cœur	(%)	≤ 6	≤ 6	≤ 6
Non-circularité de gaine	(%)	≤ 2	≤ 2	≤ 4
Diamètre du revêtement primaire (non coloré)	(μm)	245 ± 10	245 ± 10	250 ± 25
Diamètre du revêtement primaire (coloré)	(μm)	$250 \pm 15^*$	$250 \pm 15^*$	A l'étude
Erreur de concentricité gaine/revêtement primaire	(μm)	$\leq 12,5$	$\leq 12,5$	$\leq 12,5$
* La tolérance peut être augmentée pour des constructions lâches de câble telles qu'un tube lâche, un tube central, un jonc rainuré, etc.				

Les géométries de revêtement primaire indiquées ci-dessus sont les plus couramment utilisées dans les câbles de télécommunication. D'autres applications utilisent d'autres diamètres de revêtement primaire. Certains de ceux-ci sont mentionnés ci-dessous.

Diamètres de revêtement primaire (en micromètres):

- 400 ± 40
- 500 ± 50
- 600 ± 100
- 700 ± 100
- 900 ± 100

4.1.1.2 Fibre coating

The cladding shall be coated with a suitable material. The coating shall be in close contact with the cladding surface to preserve the initial integrity of the surface.

The coating shall consist of one or more layers of the same or different materials. The coating shall be removable for connecting purposes, except where it is used as a reference surface. The method of removal shall be agreed between the manufacturer and the purchaser.

4.1.1.3 Buffer

The buffer is a material which can be added for the further protection of the optical fibre. It may consist of one or more materials. The interstices between coated fibre and loose buffer can be filled with a suitable fluid or easily deformable materials.

4.1.1.4 Dimensions

Dimensions are given in table 1.

Compliance shall be verified in accordance with table 2.

Table 1 – Dimensions

Fibre type		A1a	A1b	A1d
Core diameter (D_{CO})	(μm)	50 ± 3	$62,5 \pm 3$	100 ± 5
Cladding diameter (D_{CL})	(μm)	125 ± 2	125 ± 2	140 ± 4
Core/cladding concentricity error	(μm)	≤ 3	≤ 3	≤ 6
Core non-circularity	(%)	≤ 6	≤ 6	≤ 6
Cladding non-circularity	(%)	≤ 2	≤ 2	≤ 4
Coating diameter (uncoloured)	(μm)	245 ± 10	245 ± 10	250 ± 25
Coating diameter (coloured)	(μm)	$250 \pm 15^*$	$250 \pm 15^*$	UC
Cladding/coating concentricity error	(μm)	$\leq 12,5$	$\leq 12,5$	$\leq 12,5$
* The tolerance may be increased for loose tube type cable constructions such as loose tube, central tube, slotted core, etc.				

The above coating geometry is most commonly used in telecommunication cables. There are other applications which use other coating diameters, several of which are listed below.

Coating diameters (in micrometers):

- 400 ± 40
- 500 ± 50
- 600 ± 100
- 700 ± 100
- 900 ± 100

Tableau 2 – Essais dimensionnels

Caractéristiques	Essais	Méthodes d'essai selon la CEI 60793-1-2
Diamètre du cœur	Champ proche réfracté Répartition de la lumière en champ proche	CEI 60793-1-A1 CEI 60793-1-A2
Diamètre de gaine	Champ proche réfracté Répartition de la lumière en champ proche Mesure mécanique du diamètre	CEI 60793-1-A1 CEI 60793-1-A2 CEI 60793-1-A4
Diamètre du revêtement primaire et/ou du revêtement protecteur	Répartition de la lumière en vue de côté pour le revêtement primaire Mesure mécanique du diamètre	CEI 60793-1-A3 CEI 60793-1-A4
Non-circularités	Champ proche réfracté Répartition de la lumière en champ proche Répartition de la lumière en vue de côté Mesure mécanique du diamètre	CEI 60793-1-A1 CEI 60793-1-A2 CEI 60793-1-A3 CEI 60793-1-A4
Erreurs de concentricité	Champ proche réfracté Répartition de la lumière en champ proche Répartition de la lumière en vue de côté	CEI 60793-1-A1 CEI 60793-1-A2 CEI 60793-1-A3

4.1.2 Couleurs du revêtement primaire et/ou du revêtement protecteur

Le revêtement primaire et/ou le revêtement protecteur peuvent être colorés avec une ou plusieurs couleurs différentes.

Les couleurs doivent correspondre, de façon raisonnable, à la CEI 60304.

A titre d'exemple, les couleurs suivantes peuvent être utilisées comme couleurs individuelles:

- naturel ou blanc;
- rouge;
- jaune;
- bleu;
- vert.

Un marquage sur les couleurs peut être effectué. Le marquage doit être constitué, sous forme de couleurs distinctes, d'anneaux, de lignes ou d'hélices. Les marquages imprimés ou peints doivent adhérer de façon satisfaisante. Les marquages doivent être facilement identifiables au moins tous les 30 mm.

4.1.3 Prescriptions mécaniques

La fibre doit avoir subi un essai de sélection avant sa livraison. Le niveau de l'essai de sélection doit avoir une valeur minimale de 0,69 GPa, selon la méthode d'essai CEI 60793-1-B1 de la CEI 60793-1-3.

NOTE La valeur de l'essai de sélection de 0,69 GPa est égale à environ 1 % de contrainte ou environ une force de 8,8 N pour les fibres A1a et A1b comme indiqué au tableau 1. Pour la relation entre ces différentes unités, se reporter à 4.4 de la CEI/TR 62048.

Table 2 – Dimensional tests

Characteristics	Tests	Test method according to IEC 60793-1-2
Core diameter	Refracted near field	IEC 60793-1-A1
	Near-field light distribution	IEC 60793-1-A2
Cladding diameter	Refracted near field	IEC 60793-1-A1
	Near-field light distribution	IEC 60793-1-A2
	Mechanical diameter measurement	IEC 60793-1-A4
Diameter of coating and/or buffer	Side view light distribution for primary coating	IEC 60793-1-A3
	Mechanical diameter measurement	IEC 60793-1-A4
Non-circularities	Refracted near field	IEC 60793-1-A1
	Near-field light distribution	IEC 60793-1-A2
	Side-view light distribution	IEC 60793-1-A3
	Mechanical diameter measurement	IEC 60793-1-A4
Concentricity errors	Refracted near field	IEC 60793-1-A1
	Near-field light distribution	IEC 60793-1-A2
	Side-view light distribution	IEC 60793-1-A3

4.1.2 Colours of the coating and/or buffer

The coating and/or buffer may be coloured with one or more different colours.

Colours shall correspond reasonably with IEC 60304.

For instance, the following colours can be used as single colours:

- natural or white;
- red;
- yellow;
- blue;
- green.

A marking over the colours may be used. The marking shall consist of distinctive coloured rings, lines or helices. Printed or painted markings shall adhere satisfactorily. Markings shall be easily identifiable within any 30 mm length.

4.1.3 Mechanical requirements

The fibre shall have been proof-tested prior to delivery. The proof-test level shall have a minimum value of 0,69 GPa, in accordance with test method IEC 60793-1-B1 of IEC 60793-1-3.

NOTE The proof test value of 0,69 GPa is equivalent to about 1 % strain or about 8,8 N force for A1a and A1b fibres as listed in table 1. For the relation between these different units, see 4.4 of IEC/TR 62048.

La force de dénudage du revêtement doit être de:

$$1 \text{ N} \leq F_{\text{ave.strip}} \leq 5 \text{ N}, \text{ ou } 1,0 \text{ N} \leq F_{\text{peak.strip}} \leq 9,3 \text{ N}$$

où

$F_{\text{ave.strip}}$ est la force moyenne de dénudage du revêtement;

$F_{\text{peak.strip}}$ est la force de crête de dénudage du revêtement.

4.1.4 Prescriptions de transmission

Les gammes d'affaiblissement, de bande passante et d'ouverture numérique sont fournies dans le tableau 3. La conformité doit être vérifiée conformément au tableau 4. Les valeurs réelles à la fois pour 850 nm et 1 300 nm (ou pour une de ces longueurs d'ondes uniquement) doivent faire l'objet d'un accord entre l'utilisateur et le fabricant. Pour des raisons commerciales, la bande passante modale est linéairement normalisée à 1 km.

Dans le but de fournir un guide sur la bande passante, l'annexe informative A montre au tableau A.1 un nombre d'applications normalisées au niveau international, supportées par les fibres A1, et au tableau A.2 un nombre (limité) de spécifications de bande passante commerciales fréquemment utilisées pour les fibres A1a et A1b.

Les valeurs d'affaiblissement maximales indiquées s'appliquent aux fibres optiques non câblées; pour les valeurs d'affaiblissement maximales pour fibres câblées, on fait référence à la CEI 60794-2, qui s'appuie sur la présente norme.

Tableau 3 – Gammes de paramètres de transmission pour fibres A1a, A1b, A1d à 850 nm et/ou 1 300 nm

Type de fibre	A1a (50/125 µm)		A1b (62,5/125 µm)		A1d (100/140 µm)	
	850	1 300	850	1 300	850	1 300
Affaiblissement max. (dB/km)	2,4 à 3,5	0,7 à 1,5	2,8 à 3,5	0,7 à 1,5	3,5 à 7,0	1,5 à 4,5
Bande passante modale min. (MHz · km)	200 – 800	200 – 1 200	100 – 800	200 – 1 000	10 – 200	100 – 300
Ouverture numérique	0,20 ± 0,02 ou 0,23 ± 0,02		0,275 ± 0,015		0,26 ± 0,03 ou 0,29 ± 0,03	

NOTE Il est recommandé de prendre garde en écrivant les spécifications de bande passante avec double longueur d'onde. Pour les fibres de la catégorie A1, la bande passante à 850 nm peut être reliée à la bande passante à 1 300 nm comme indiqué à la figure 1, en fonction du paramètre de l'indice de réfraction, g . La zone hachurée sous la courbe dans la figure 1 peut être définie comme la zone à double fenêtre. Dans cette zone, les parties X, Y et Z sont des exemples d'emplacement où le fabricant peut choisir d'optimiser son procédé, c'est à dire centrer sa production sur 850 nm, 1 300 nm ou entre ces deux longueurs d'ondes.

Compte tenu de cette optimisation du procédé de fabrication, il y aura certaines combinaisons de bande passante du tableau 3 qui ne seront pas possibles. Par exemple, il est pratiquement impossible de produire une fibre avec la valeur maximale des deux gammes de bandes passantes indiquées (par exemple 800/1 000 MHz · km pour des fibres multimodales A1b).

The coating strip force shall be:

$$1 \text{ N} \leq F_{\text{ave.strip}} \leq 5 \text{ N}, \text{ or } 1,0 \text{ N} \leq F_{\text{peak.strip}} \leq 9,3 \text{ N}$$

where

$F_{\text{ave.strip}}$ is the average coating strip force;

$F_{\text{peak.strip}}$ is the peak coating strip force.

4.1.4 Transmission requirements

Ranges of attenuation, bandwidth and numerical aperture are given in table 3. Compliance shall be checked in accordance with table 4. The actual values at both 850 nm and 1 300 nm (or just at one of these wavelengths) are to be agreed between user and manufacturer. For commercial purposes, the modal bandwidth is linearly normalised to 1 km.

For guidance purposes on bandwidth, informative annex A shows in table A.1 a number of internationally standardised applications, supported by A1 fibres, and in table A.2 a (limited) number of frequently used commercial bandwidth specifications for A1a and A1b fibres.

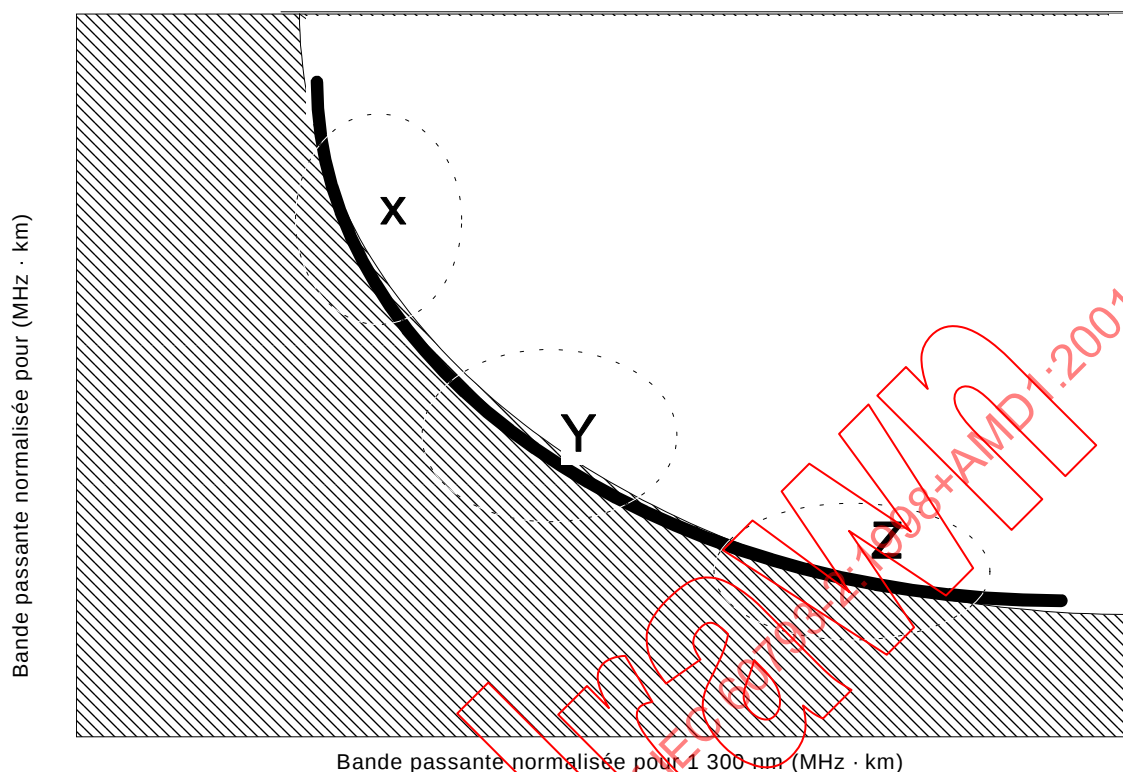
The indicated maximum attenuation values apply to un-cabled optical fibres; for the maximum cabled attenuation values, reference is made to IEC 60794-2, supported by this standard.

Table 3 – Ranges of transmission parameters for A1a, A1b, A1d fibres at 850 nm and/or 1 300 nm

Fibre type	A1a (50/125 µm)		A1b (62,5/125 µm)		A1d (100/140 µm)	
	850	1 300	850	1 300	850	1 300
Max. attenuation (dB/km)	2,4 to 3,5	0,7 to 1,5	2,8 to 3,5	0,7 to 1,5	3,5 to 7,0	1,5 to 4,5
Min. modal bandwidth (MHz · km)	200 – 800	200 – 1 200	100 – 800	200 – 1 000	10 – 200	100 – 300
Numerical aperture	0,20 ± 0,02		0,275 ± 0,015		0,26 ± 0,03	
	or				or	
	0,23 ± 0,02				0,29 ± 0,03	

NOTE Care should be taken in writing dual wavelength bandwidth specifications. For category A1 fibres, the bandwidth at 850 nm may be related to the bandwidth at 1 300 nm in the way shown in figure 1, depending on the refractive index parameter, g . The shaded region under the curve in figure 1 can be defined as the dual window area. In this area, regions X, Y and Z are examples of where a fibre manufacturer may choose to optimise his process, that is, centre fibre production at 850 nm, 1 300 nm or between these two wavelengths.

Due to this optimisation of the manufacturing process, there will be combinations of bandwidth from table 3 that are not possible. For example, it is practically impossible to produce a fibre with the maximum of both indicated bandwidth ranges (e.g. 800/1 000 MHz · km for A1b multi-mode fibres).



IEC 1879/01

NOTE Les régions indiquées correspondent à l'optimisation de la bande passante soit pour 850 nm (région X), soit pour 1 300 nm (région Z) ou entre ces longueurs d'ondes (région Y).

Figure 1 – Relation possible entre la bande passante à 850 nm et celle à 1 300 nm

Tableau 4 – Essais optiques et de transmission

Caractéristiques	Méthodes d'essai
Coefficient d'affaiblissement	60793-1-40
Réponse en bande de base	60793-1-41
Dispersion chromatique	60793-1-42
Ouverture numérique	60793-1-43

NOTE Lorsqu'on mesure l'affaiblissement et la réponse en bande de base, il convient d'appliquer les conditions d'injection appropriées. Il est admis qu'elles soient différentes de celles présentées dans les méthodes d'essai auxquelles il est fait référence.

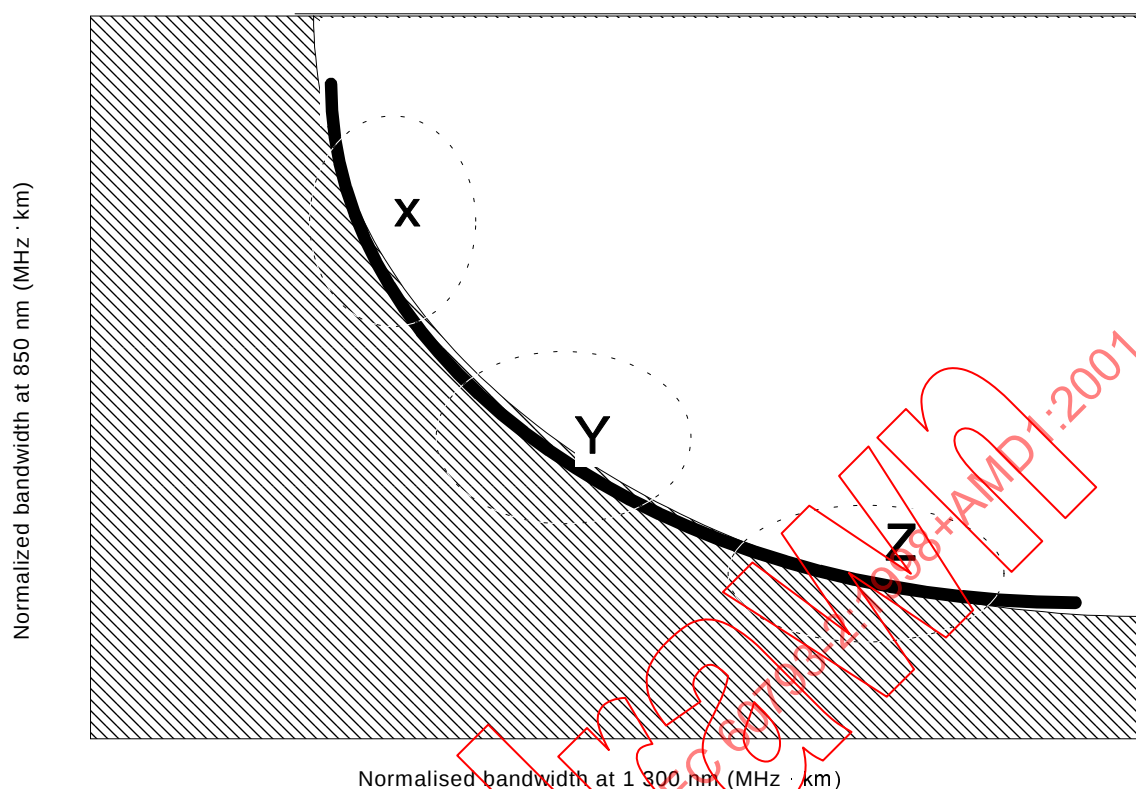
4.1.5 Prescriptions relatives à l'environnement

4.1.5.1 Cycles de température

Il y a lieu de soumettre des échantillons aux cycles de température, conformément à la méthode d'essai CEI 60793-1-D1 de la CEI 60793-1-5.

4.1.5.2 Modification de la transmission optique

Il y a lieu de vérifier la modification de la transmission optique au moyen de l'une des deux méthodes d'essai CEI 60793-1-C10 de la CEI 60793-1-4.



IEC 1879/01

NOTE The indicated regions correspond to bandwidth optimisation at either 850 nm (region X), or at 1 300 nm (region Z) or between these wavelengths (region Y).

Figure 1 – Possible relation between the bandwidth at 850 nm and that at 1 300 nm

Table 4 – Optical and transmission tests

Characteristics	Test methods
Attenuation coefficient	60793-1-40
Baseband response	60793-1-41
Chromatic dispersion	60793-1-42
Numerical aperture	60793-1-43

NOTE When measuring attenuation and baseband response, the appropriate launching conditions should be applied. These may differ from those presented in the test methods to which reference is made.

4.1.5 Environmental requirements

4.1.5.1 Temperature cycling

Samples should be submitted to temperature cycling in accordance with test method IEC 60793-1-D1 of IEC 60793-1-5.

4.1.5.2 Change of optical transmission

Change of optical transmission should be verified by means of one of the two test methods IEC 60793-1-C10 of IEC 60793-1-4.

4.1.5.3 Acceptation

Les critères d'acceptation doivent être établis par accord entre le fabricant et l'acheteur.

4.1.6 Livraison

La livraison doit être effectuée sur tourets ou bobines protégés de manière appropriée.

4.2 Catégorie A2

4.2.1 Construction et dimensions

4.2.1.1 Matériau du cœur et de la gaine

La fibre doit être constituée d'un cœur de verre et d'une gaine de verre conformément au 3.1 de la CEI 60793-1-1.

4.2.1.2 Revêtement primaire de la fibre

La gaine de la fibre doit être revêtue d'un matériau approprié. Le revêtement primaire doit être en contact étroit avec la surface de la gaine de façon à préserver l'intégrité initiale de cette surface.

Le revêtement primaire doit être constitué d'une ou de plusieurs couches de matériaux identiques ou différents. Le revêtement primaire doit pouvoir être ôté afin de permettre les connexions sauf lorsqu'il est utilisé comme surface de référence. La méthode de dénudage doit être établie par accord entre le fabricant et l'acheteur.

4.2.1.3 Revêtement protecteur

Le revêtement protecteur est un matériau qui peut être ajouté pour une protection supplémentaire de la fibre. Ce revêtement peut être constitué d'un ou de plusieurs matériaux. Les interstices existant entre la fibre munie de son revêtement primaire et le revêtement protecteur lâche (si applicable) peuvent être remplis avec un fluide adapté ou des matériaux facilement déformables.

4.2.1.4 Dimensions

Les dimensions sont données dans le tableau 8.

La conformité doit être vérifiée suivant les méthodes indiquées dans le tableau 9.

Tableau 8 – Dimensions

Type de fibre		A2a	A2b	A2c
Diamètre du cœur (D_{co})	(μm)	100 ± 4	200 ± 8	200 ± 8
Diamètre de gaine (D_{CL})	(μm)	140 ± 10	240 ± 10	280 ± 10
Diamètre du revêtement primaire de la fibre	(μm)	*	*	*
Non-circularité de cœur	(%)	≤ 4	≤ 4	≤ 4
Erreur de concentricité coeur/gaine	(μm)	–	–	–
* Le diamètre du revêtement primaire de la fibre dépend de la structure de câble et des applications.				

4.1.5.3 Acceptance

Acceptance criteria shall be agreed between the manufacturer and the purchaser.

4.1.6 Delivery

Delivery shall be on reels or in coils protected in a suitable manner.

4.2 Category A2

4.2.1 Construction and dimensions

4.2.1.1 Core and cladding material

The fibre shall consist of a glass core and a glass cladding in accordance with 3.1 of IEC 60793-1-1.

4.2.1.2 Fibre coating

The cladding shall be coated with a suitable material. The coating shall be in intimate contact with the cladding surface so as to preserve the initial integrity of that surface.

The coating shall consist of one or more layers of the same or different materials. The coating shall be removable for connecting purposes except where it is used as reference surface. The method of removal shall be agreed between manufacturer and purchaser.

4.2.1.3 Buffer

The buffer is a material that can be added for the further protection of the optical fibre. It can consist of one or more materials. The interstices between coated fibre and loose buffer (if applicable) can be filled with a suitable fluid or easily deformable materials.

4.2.1.4 Dimensions

Dimensions are given in table 8.

Compliance shall be verified in accordance with table 9.

Table 8 – Dimensions

Fibre type		A2a	A2b	A2c
Core diameter (D_{Co})	(μm)	100 ± 4	200 ± 8	200 ± 8
Cladding diameter (D_{CL})	(μm)	140 ± 10	240 ± 10	280 ± 10
Diameter of fibre coating	(μm)	*	*	*
Core non-circularity	(%)	≤ 4	≤ 4	≤ 4
Core/cladding concentricity error	(μm)	–	–	–
* The diameter of fibre coating is dependent on the cable structure and applications.				

Tableau 9 – Essais dimensionnels

Caractéristiques	Essais	Méthodes d'essai selon la CEI 60793-1-2
Diamètre du cœur	Champ proche réfracté Répartition de la lumière en champ proche	CEI 60793-1-A1 CEI 60793-1-A2
Diamètre de la gaine	Champ proche réfracté Répartition de la lumière en champ proche Mesure mécanique du diamètre	CEI 60793-1-A1 CEI 60793-1-A2 CEI 60793-1-A4
Diamètre du revêtement primaire et/ou du revêtement protecteur	Répartition de la lumière en vue de côté pour le revêtement primaire Mesure mécanique du diamètre	CEI 60793-1-A3 CEI 60793-1-A4
Non-circularité du cœur	Champ proche réfracté Répartition de la lumière en champ proche	CEI 60793-1-A1 CEI 60793-1-A2
Erreurs de concentricité	Champ proche réfracté Répartition de la lumière en champ proche	CEI 60793-1-A1 CEI 60793-1-A2

4.2.2 Couleurs du revêtement primaire et/ou du revêtement protecteur

Le revêtement primaire et/ou le revêtement protecteur peuvent être colorés avec une ou plusieurs couleurs différentes.

Les couleurs doivent correspondre, de façon raisonnable, à la CEI 60304.

A titre d'exemple, les couleurs suivantes peuvent être utilisées comme couleurs individuelles:

- naturel ou blanc;
- rouge;
- jaune;
- bleu;
- vert.

Un marquage sur les couleurs peut être effectué. Le marquage doit être constitué, sous forme de couleurs distinctes, d'anneaux, de lignes ou d'hélices. Les marquages imprimés ou peints doivent adhérer de façon satisfaisante. Les marquages doivent être facilement identifiables au moins tous les 30 mm.

4.2.3 Prescriptions mécaniques

La fibre doit avoir subi un essai de sélection avant sa livraison. Le niveau de l'essai de sélection doit être équivalent à un allongement minimal de la fibre de 0,5 %, selon la méthode d'essai CEI 60793-1-B1 de la CEI 60793-1-3, sauf si d'autres valeurs sont acceptées par le fabricant et l'utilisateur.

4.2.4 Prescriptions relatives à la transmission

Les catégories d'affaiblissement, de bande passante et d'ouverture numérique sont données dans le tableau 10.

La conformité doit être vérifiée suivant le tableau 11. Le choix de la méthode d'essai et la méthode suivant laquelle la conversion à la longueur de référence est effectuée doivent être convenus entre le fabricant et l'acheteur.

Table 9 – Dimensional tests

Characteristics	Tests	Test methods according to IEC 60793-1-2
Core diameter	Refracted near field	IEC 60793-1-A1
	Near-field light distribution	IEC 60793-1-A2
Cladding diameter	Refracted near field	IEC 60793-1-A1
	Near-field light distribution	IEC 60793-1-A2
	Mechanical diameter measurement	IEC 60793-1-A4
Diameter of coating and/or buffer	Side view light distribution for primary coating	IEC 60793-1-A3
	Mechanical diameter measurement	IEC 60793-1-A4
Core non-circularity	Refracted near field	IEC 60793-1-A1
	Near-field light distribution	IEC 60793-1-A2
Concentricity errors	Refracted near field	IEC 60793-1-A1
	Near-field light distribution	IEC 60793-1-A2

4.2.2 Colours of the coating and/or buffer

The coating and/or buffer may be coloured with one or more different colours.

Colours shall correspond reasonably with IEC 60304.

As an example the following colours can be used as single colours:

- natural or white;
- red;
- yellow;
- blue;
- green.

A marking over the colours may be used. The marking shall consist of distinctive coloured rings, lines or helices. Printed or painted markings shall adhere satisfactorily. Markings shall be easily identifiable within any 30 mm length.

4.2.3 Mechanical requirements

The fibre shall have been proof-tested prior to delivery. The proof-test level shall be equivalent to a minimum fibre elongation of 0,5 % in accordance with test method IEC 60793-1-B1 of IEC 60793-1-3, unless other values are agreed between manufacturer and purchaser.

4.2.4 Transmission requirements

Attenuation, bandwidth, and numerical aperture categories are given in table 10.

Compliance shall be checked in accordance with table 11. The choice of test method, and the method by which the conversion to the reference length is made, shall be agreed between the manufacturer and the purchaser.

Tableau 10 – Paramètres de transmission à 850 nm

Type de fibre	A2a, A2b et A2c
Affaiblissement (dB/km)	≤ 10
Bande passante, en mégahertz ramenés à 1 km	≥ 10
Ouverture numérique théorique	$0,23 \pm 0,03$ à $0,26 \pm 0,03$
Ouverture numérique	A l'étude
NOTE Comme les valeurs sont dépendantes des conditions d'injection lorsque l'on mesure l'affaiblissement, la réponse en bande de base et l'ouverture numérique, il convient d'appliquer les conditions d'injection appropriées, telles que spécifiées dans l'annexe A de la CEI 60793-1-1. Des études complémentaires sont en cours.	

Tableau 11 – Essais optiques et de transmission

Caractéristiques	Essais	Méthodes d'essai
Affaiblissement linéique*	Méthode de la fibre coupée	CEI 60793-1-C1A
	Pertes d'insertion	CEI 60793-1-C1B
	Technique de rétrodiffusion	CEI 60793-1-C1C
Continuité optique	Energie lumineuse transmise ou rayonnée	CEI 60793-1-C4
	Technique de rétrodiffusion	CEI 60793-1-C1C
Réponse en bande de base*	Réponse impulsionnelle	CEI 60793-1-C2A
	Réponse fréquentielle	CEI 60793-1-C2B
Ouverture numérique théorique	Champ proche réfracté	CEI 60793-1-A1
	Répartition de la lumière en champ proche	CEI 60793-1-A2
* Pour la mesure d'affaiblissement et de réponse en bande de base, les conditions d'injection appropriées doivent être utilisées (voir l'annexe A de la CEI 60793-1-1).		

4.2.5 Prescriptions relatives à l'environnement

4.2.5.1 Cycles de température

Il convient de soumettre des échantillons de fibre aux cycles de température conformément à l'essai CEI 60793-1-D1.

4.2.5.2 Variation de la transmission optique

Il convient de vérifier la transmission optique au moyen de l'une des deux méthodes d'essai CEI 60793-1-C10.

4.2.5.3 Acceptation

Les critères d'acceptation doivent être convenus entre le fabricant et l'acheteur.

4.2.6 Livraison

La livraison doit être effectuée sur tourets ou bobines protégés de manière appropriée.

4.3 Catégorie A3

4.3.1 Construction et dimensions

4.3.1.1 Matériau du cœur et de la gaine

La fibre doit être constituée d'un cœur de verre avec une gaine plastique conformément au 3.1 de la CEI 60793-1-1.

Table 10 – Transmission parameters at 850 nm

Fibre type	A2a, A2b and A2c
Attenuation (dB/km)	≤ 10
Bandwidth in megahertz referred to 1 km	≥ 10
Theoretical numerical aperture	$0,23 \pm 0,03$ to $0,26 \pm 0,03$
Numerical aperture	Under consideration
NOTE As the values are dependent on the launching conditions, when measuring the attenuation, baseband response and numerical aperture, the appropriate launching conditions shall be applied as specified in annex A of IEC 60793-1-1. Further studies are under consideration.	

Table 11 – Optical and transmission tests

Characteristics	Tests	Test methods
Attenuation coefficient*	Cut-back technique	IEC 60793-1-C1A
	Insertion loss technique	IEC 60793-1-C1B
	Back-scattering technique	IEC 60793-1-C1C
Optical continuity	Transmitted or radiated light power	IEC 60793-1-C4
	Back-scattering technique	IEC 60793-1-C1C
Baseband response*	Impulse response	IEC 60793-1-C2A
	Frequency response	IEC 60793-1-C2B
Theoretical numerical aperture	Refracted near field	IEC 60793-1-A1
	Near-field light distribution	IEC 60793-1-A2
* When measuring attenuation and baseband response, the appropriate launching conditions shall be applied (see annex A to IEC 60793-1-1).		

4.2.5 Environmental requirements

4.2.5.1 Temperature cycling

Fibre samples should be subjected to temperature cycling in accordance with test method IEC 60793-1-D1.

4.2.5.2 Change in optical transmission

Change of optical transmission should be verified by means of one of the two test methods IEC 60793-1-C10.

4.2.5.3 Acceptance

Acceptance criteria shall be agreed between the manufacturer and purchaser.

4.2.6 Delivery

Delivery shall be on reels or in coils protected in a suitable manner.

4.3 Category A3

4.3.1 Construction and dimensions

4.3.1.1 Core and cladding material

The fibre shall consist of a glass core and a plastic cladding in accordance with 3.1 of IEC 60793-1-1.

4.3.1.2 Revêtement primaire de la fibre

La gaine de la fibre doit être revêtue d'un matériau approprié. Le revêtement primaire doit être en contact étroit avec la surface de la gaine de façon à préserver l'intégrité initiale de cette surface.

Le revêtement primaire doit être constitué d'une ou de plusieurs couches de matériaux identiques ou différents. Le revêtement primaire doit pouvoir être ôté afin de permettre les connexions sauf lorsqu'il est utilisé comme surface de référence. La méthode de dénudage doit être établie par accord entre le fabricant et l'acheteur.

4.3.1.3 Revêtement protecteur

Le revêtement protecteur est un matériau qui peut être ajouté pour une protection supplémentaire de la fibre. Ce revêtement peut être constitué d'un ou de plusieurs matériaux. Les interstices entre la fibre munie d'un revêtement primaire et le revêtement protecteur lâche peuvent être remplis d'un fluide adapté ou de matériaux facilement déformables.

4.3.1.4 Dimensions

Les dimensions sont données dans le tableau 12.

La conformité doit être vérifiée suivant les méthodes indiquées dans le tableau 13.

Tableau 12

Type de fibre		A3a	A3b	A3c
Diamètre du cœur (D_{co})	(μm)	200 ± 8	200 ± 8	200 ± 8
Diamètre de gaine (D_{CL})	(μm)	300 ± 30	380 ± 30	230 ± 10
Diamètre du revêtement primaire de la fibre	(μm)	900 ± 100	600 ± 50	600 ± 50
Non-circularité de cœur	(%)	≤ 6	≤ 6	≤ 6
Erreur de concentricité cœur/gaine	(%)	≤ 10	≤ 10	≤ 10

Tableau 13

Caractéristiques	Essais	Méthodes d'essai de la CEI 60793-1-2
Diamètre du cœur	Champ proche réfracté	CEI 60793-1-A1
	Répartition de la lumière en champ proche	CEI 60793-1-A2
Diamètre de la gaine	Champ proche réfracté	CEI 60793-1-A1
	Répartition de la lumière en champ proche	CEI 60793-1-A2
	Mesure mécanique du diamètre	CEI 60793-1-A4
Diamètre du revêtement primaire et/ou du revêtement protecteur	Répartition de la lumière en vue de côté pour le revêtement primaire	CEI 60793-1-A3
	Mesure mécanique du diamètre	CEI 60793-1-A4
Non-circularité du cœur	Champ proche réfracté	CEI 60793-1-A1
	Répartition de la lumière en champ proche	CEI 60793-1-A2
	Mesure mécanique du diamètre	CEI 60793-1-A4
Erreurs de concentricité	Champ proche réfracté	CEI 60793-1-A1
	Répartition de la lumière en champ proche	CEI 60793-1-A2

4.3.1.2 Fibre coating

The cladding shall be coated with a suitable material. The coating shall be in intimate contact with the cladding surface to preserve the initial integrity of that surface.

The coating shall consist of one or more layers of the same or different materials. The coating shall be removable for connecting purposes, except where it is used as reference surface. The method of removal shall be agreed between manufacturer and purchaser.

4.3.1.3 Buffer

The buffer is a material that can be added for the further protection of the optical fibre. It can consist of one or more materials. The interstices between coated fibre and loose buffer can be filled with a suitable fluid or easily deformable materials.

4.3.1.4 Dimensions

Dimensions are given in table 12.

Compliance shall be verified in accordance with table 13.

Table 12

Fibre type		A3a	A3b	A3c
Core diameter (D_{co})	(μm)	200 ± 8	200 ± 8	200 ± 8
Cladding diameter (D_{CL})	(μm)	300 ± 30	380 ± 30	230 ± 10
Diameter of fibre coating	(μm)	600 ± 100	600 ± 50	600 ± 50
Core non-circularity	(%)	≤ 6	≤ 6	≤ 6
Core/cladding concentricity error	(%)	≤ 10	≤ 10	≤ 10

Table 13

Characteristics	Tests	Test methods according to IEC 60793-1-2
Core diameter	Refracted near field	IEC 60793-1-A1
	Near-field light distribution	IEC 60793-1-A2
Cladding diameter	Refracted near field	IEC 60793-1-A1
	Near-field light distribution	IEC 60793-1-A2
	Mechanical diameter measurement	IEC 60793-1-A4
Diameter of coating and/or buffer	Side view light distribution for primary coating	IEC 60793-1-A3
	Mechanical diameter measurement	IEC 60793-1-A4
Core non-circularity	Refracted near field	IEC 60793-1-A1
	Near-field light distribution	IEC 60793-1-A2
	Mechanical diameter measurement	IEC 60793-1-A4
Concentricity errors	Refracted near field	IEC 60793-1-A1
	Near-field light distribution	IEC 60793-1-A2

4.3.2 Couleurs du revêtement primaire et/ou du revêtement protecteur

Le revêtement primaire et/ou le revêtement protecteur peuvent être colorés avec une ou plusieurs couleurs différentes.

Les couleurs doivent correspondre, de façon raisonnable, à la CEI 60304.

A titre d'exemple, les couleurs suivantes peuvent être utilisées comme couleurs individuelles:

- naturel ou blanc;
- rouge;
- jaune;
- bleu;
- vert.

Un marquage sur les couleurs peut être effectué. Le marquage doit être constitué, sous forme de couleurs distinctes, d'anneaux, de lignes ou d'hélices. Les marquages imprimés ou peints doivent adhérer de façon satisfaisante. Les marquages doivent être facilement identifiables au moins tous les 30 mm.

4.3.3 Prescriptions mécaniques

La fibre doit avoir subi un essai de sélection avant sa livraison. Le niveau de l'essai de sélection doit être équivalent à un allongement minimal de la fibre de 0,5 %, selon la méthode d'essai CEI 60793-1-B1 de la CEI 60793-1-3, sauf si d'autres valeurs sont acceptées par le fabricant et l'utilisateur.

4.3.4 Prescriptions relatives à la transmission

Les catégories d'affaiblissement, de bande passante et d'ouverture numérique sont données dans le tableau 14.

La conformité doit être vérifiée suivant le tableau 15. Le choix de la méthode d'essai et la méthode suivant laquelle la conversion à la longueur de référence est effectuée doivent être convenus entre le fabricant et l'acheteur.

Tableau 14 – Paramètres de transmission à 850 nm

Type de fibre	A3a, A3b et A3c
Affaiblissement (dB/km)	≤ 10
Bande passante, en mégahertz ramenés à 1 km	≥ 5
Ouverture numérique théorique maximale	$0,40 \pm 0,04$
NOTE 1 Affaiblissement et bande passante ne sont pas nécessairement des fonctions linéaires de la longueur de la fibre.	
NOTE 2 Comme les valeurs dépendent des conditions d'injection, les mesures d'affaiblissement, de bande passante et d'ouverture numérique doivent être effectuées conformément aux conditions d'injection appropriées, telles que spécifiées dans l'annexe A de la CEI 60793-1-1. D'autres études sont en cours.	

4.3.2 Colours of the coating and/or buffer

The coating and/or buffer may be coloured with one or more different colours.

Colours shall correspond reasonably with IEC 60304.

As an example the following colours can be used as single colours:

- natural or white;
- red;
- yellow;
- blue;
- green.

A marking over the colours may be used. The marking shall consist of distinctive coloured rings, lines or helices. Printed or painted markings shall adhere satisfactorily. Markings shall be easily identifiable within any 30 mm length.

4.3.3 Mechanical requirements

The fibre shall have been proof-tested prior to delivery. The proof-test level shall be equivalent to a minimum fibre elongation of 0,5 % in accordance with test method IEC 60793-1-B1 of IEC 60793-1-3, unless other values are agreed between manufacturer and purchaser.

4.3.4 Transmission requirements

Attenuation, bandwidth, and numerical aperture categories are given in table 14.

Compliance shall be checked in accordance with table 15. The choice of test method, and the method by which the conversion to the reference length is made, shall be agreed between the manufacturer and the purchaser.

Table 14 – Transmission parameters at 850 nm

Fibre type	A3a, A3b and A3c
Attenuation (dB/km)	≤ 10
Bandwidth in megahertz referred to 1 km	≥ 5
Maximum theoretical numerical aperture	$0,40 \pm 0,04$
NOTE 1 Attenuation and bandwidth are not necessarily linear with the length.	
NOTE 2 As the values are dependent on the launching conditions, when measuring the attenuation, baseband response and numerical aperture, the appropriate launching conditions shall be applied as specified in annex A of IEC 60793-1-1. Further studies are under consideration.	

Tableau 15 – Essais optiques et de transmission

Caractéristiques	Essais	Méthodes d'essai selon la CEI 60793-1-4 et la CEI 60793-1-2
Affaiblissement linéique *	Méthode de la fibre coupée Méthode des pertes d'insertion Technique de rétrodiffusion	CEI 60793-1-C1A CEI 60793-1-C1B CEI 60793-1-C1C
Continuité optique	Energie lumineuse transmise ou rayonnée Technique de rétrodiffusion	CEI 60793-1-C4 CEI 60793-1-C1C
Réponse en bande de base *	Réponse impulsionnelle Réponse fréquentielle	CEI 60793-1-C2A CEI 60793-1-C2B
Ouverture numérique théorique maximale	Champ proche réfracté Répartition de la lumière en champ proche	CEI 60793-1-A1 CEI 60793-1-A2
* Pour la mesure d'affaiblissement et de réponse en bande de base, les conditions d'injection appropriées doivent être utilisées (voir l'annexe A de la CEI 60793-1-1).		

4.3.5 Prescriptions relatives à l'environnement

4.3.5.1 Cycles de température

Il convient de soumettre des échantillons de fibre aux cycles de température conformément à l'essai CEI 60793-1-D1 de la CEI 60793-1-5.

4.3.5.2 Modification de la transmission optique

Il convient de vérifier la variation de la transmission optique au moyen de l'une des deux méthodes d'essai CEI 60793-1-C10 de la CEI 60793-1-4.

4.3.5.3 Rétention de la fibre

A l'étude.

4.3.5.4 Acceptation

Les critères d'acceptation doivent être convenus entre le fabricant et l'acheteur.

4.3.6 Livraison

La livraison doit être effectuée sur tourets ou bobines protégés de manière appropriée.

4.4 Catégorie A4

4.4.1 Construction et dimensions

4.4.1.1 Matériau du cœur et de la gaine

La fibre doit être constituée d'un cœur en plastique et d'une gaine en plastique, conformément au 3.1 de la CEI 60793-1-1.

4.4.1.2 Revêtement primaire de la fibre

Le revêtement primaire n'est pas applicable aux fibres de catégorie A4.

Table 15 – Optical and transmission tests

Characteristics	Tests	Test methods according to IEC 60793-1-4 and IEC 60793-1-2
Attenuation coefficient *	Cut-back technique	IEC 60793-1-C1A
	Insertion loss technique	IEC 60793-1-C1B
	Back-scattering technique	IEC 60793-1-C1C
Optical continuity	Transmitted or radiated light power	IEC 60793-1-C4
	Back-scattering technique	IEC 60793-1-C1C
Baseband response *	Impulse response	IEC 60793-1-C2A
	Frequency response	IEC 60793-1-C2B
Maximum theoretical numerical aperture	Refracted near field	IEC 60793-1-A1
	Near-field light distribution	IEC 60793-1-A2
* When measuring attenuation and baseband response, the appropriate launching conditions shall be applied (see annex A to IEC 60793-1-1).		

4.3.5 Environmental requirements

4.3.5.1 Temperature cycling

Fibre samples should be subjected to temperature cycling in accordance with test method IEC 60793-1-D1 of IEC 60793-1-5.

4.3.5.2 Change of optical transmission

Change of optical transmission should be verified by means of one of the two test methods IEC 60793-1-C10 of IEC 60793-1-4.

4.3.5.3 Fibre grow-out

Under consideration.

4.3.5.4 Acceptance

Acceptance criteria shall be agreed between the manufacturer and purchaser.

4.3.6 Delivery

Delivery shall be on reels or in coils protected in a suitable manner.

4.4 Category A4

4.4.1 Construction and dimensions

4.4.1.1 Core and cladding material

The fibre shall consist of a plastic core and a plastic cladding in accordance with 3.1 of IEC 60793-1-1.

4.4.1.2 Fibre coating

The coating is not applicable for A4 fibres.

4.4.1.3 Revêtement protecteur

Le revêtement protecteur est un matériau qui peut être ajouté pour une protection supplémentaire de la fibre. Ce revêtement peut être constitué d'un ou de plusieurs matériaux.

L'interstice existant entre la fibre et le revêtement protecteur lâche, si applicable, peut être rempli avec un fluide approprié ou des matériaux facilement déformables. Le revêtement protecteur doit pouvoir être retiré afin de permettre la connexion. La méthode de dénudage doit être convenue entre le fabricant et l'acheteur.

4.4.1.4 Dimensions

Les dimensions sont données dans le tableau 16. Voir la note du tableau 16.

La conformité doit être vérifiée selon les méthodes indiquées dans le tableau 17.

Tableau 16 – Dimensions

Type de fibre		A4a	A4b	A4c
Diamètre du cœur (D_{co})	(μm)	Voir note	Voir note	Voir note
Diamètre de gaine (D_{CL})	(μm)	$1\,000 \pm 60$	750 ± 45	500 ± 30
Non-circularité de gaine	(%)	≤ 6	≤ 6	≤ 6
NOTE En général, le diamètre du cœur est de $10\,\mu\text{m}$ à $20\,\mu\text{m}$ inférieur au diamètre de gaine.				

Tableau 17 – Méthode d'essai des dimensions

Caractéristiques	Essais	Méthodes d'essai
Diamètre du cœur	Répartition de la lumière en champ proche	CEI 60793-1-A2
Diamètre de gaine	Répartition de la lumière en champ proche	CEI 60793-1-A2
	Mesure mécanique du diamètre	CEI 60793-1-A4
Non-circularité de gaine	Répartition de la lumière en champ proche	CEI 60793-1-A2
	Mesure mécanique du diamètre	CEI 60793-1-A4

4.4.2 Couleurs du revêtement protecteur

Le revêtement protecteur peut être coloré avec une ou plusieurs couleurs différentes.

Les couleurs doivent correspondre de manière raisonnable à la CEI 60304.

A titre d'exemple, les couleurs suivantes peuvent être utilisées comme couleurs individuelles:

- naturel ou blanc;
- rouge;
- jaune;
- bleu;
- vert.

Un marquage sur les couleurs peut être effectué. Le marquage doit être constitué sous forme de couleurs distinctes, d'anneaux, de lignes ou d'hélices. Les marquages imprimés ou peints doivent adhérer de manière satisfaisante. Les marquages doivent être facilement identifiables au moins tous les 30 mm.

4.4.1.3 Buffer

The buffer is a material that can be added for the further protection of the optical fibre. It can consist of one or more materials.

The interstice between the fibre and loose buffer, if applicable, can be filled with a suitable fluid or easily deformable materials. The buffer shall be removable for connecting purposes. The method of removal shall be agreed between manufacturer and purchaser.

4.4.1.4 Dimensions

Dimensions are given in table 16. See note to table 16.

Compliance shall be verified in accordance with table 17.

Table 16 – Dimensions

Fibre type		A4a	A4b	A4c
Core diameter (D_{co})	(μm)	See note	See note	See note
Cladding diameter (D_{CL})	(μm)	$1\,000 \pm 60$	750 ± 45	500 ± 30
Cladding non-circularity	(%)	≤ 6	≤ 6	≤ 6
NOTE Normally the core diameter is 10 μm to 20 μm smaller than the cladding diameter.				

Table 17 – Dimensional test methods

Characteristics	Tests	Test methods
Core diameter	Near-field light distribution	IEC 60793-1-A2
Cladding diameter	Near-field light distribution	IEC 60793-1-A2
	Mechanical diameter measurement	IEC 60793-1-A4
Cladding non-circularity	Near-field light distribution	IEC 60793-1-A2
	Mechanical diameter measurement	IEC 60793-1-A4

4.4.2 Colours of buffer

The buffer may be coloured with one or more different colours.

Colours shall correspond reasonably with IEC 60304.

As an example, the following colours can be used as single colours:

- natural or white;
- red;
- yellow;
- blue;
- green.

A marking over the colours may be used. The marking shall consist of distinctive coloured rings, lines or helices. Printed or painted markings shall adhere satisfactorily. Markings shall be easily identifiable within any 30 mm length.

4.4.3 Prescriptions mécaniques

4.4.3.1 Essais de sélection

Sauf indication contraire, aucun essai de sélection n'est nécessaire.

4.4.3.2 Mesure des caractéristiques de traction

4.4.3.2.1 Objet

Les caractéristiques de traction des fibres optiques de catégorie A4 sont définies par la facilité de manipulation de ces fibres, et la méthode correspondante doit être utilisée pour le contrôle à des fins commerciales.

Le présent essai est applicable aux fibres de catégorie A4, sous revêtement protecteur ou non. L'objet de cet essai est de déterminer la modification d'affaiblissement par l'application d'une traction.

Les échantillons de fibres sont soumis à un environnement mécanique tel que décrit ci-après. L'essai doit être effectué dans des conditions d'essai normales conformément à la CEI 60068.

4.4.3.2.2 Appareillage d'essai

La longueur de l'échantillon entre les deux dispositifs d'accrochage doit être de 100 mm à 200 mm.

L'appareil de mesure de la résistance à la traction doit être un dispositif, par exemple une machine de traction verticale, assurant un déplacement relatif de la fibre soumise à l'essai. L'appareil doit pouvoir soumettre la fibre à un mouvement constant, sans secousse. Pour éviter la rupture de la fibre, les dispositifs utilisés pour fixer les fibres au niveau du point d'accrochage ne doivent pas contraindre la fibre de manière excessive.

4.4.3.2.3 Procédure

La vitesse de traction sera de 100 mm/min. La charge et l'allongement correspondant à la limite élastique sont obtenus à partir de la courbe charge-allongement. Sauf indication contraire, la charge de traction ainsi que la modification de l'affaiblissement au point d'allongement 5 % doivent être notés ¹⁾

4.4.3.2.4 Prescriptions

En cas de rupture de la fibre échantillon au point d'accrochage, l'essai doit être considéré comme non valide et un autre essai doit être effectué. La modification maximale de la valeur d'affaiblissement doit être telle qu'illustrée dans la spécification particulière. Le nombre d'échantillons soumis à l'essai doit être suffisant pour permettre une analyse statistique.

4.4.3.3 Mesure de la résistance à la torsion

4.4.3.3.1 Objet

Cet essai est destiné à déterminer la résistance à la torsion d'une fibre optique de catégorie A4 munie d'un revêtement protecteur.

4.4.3.3.2 Appareillage d'essai

Voir la méthode CEI 60794-1-E7.

¹⁾ L'allongement jusqu'à rupture n'est pas applicable aux fibres optiques de catégorie A4.

4.4.3 Mechanical requirements

4.4.3.1 Proof test

No proof test is needed unless required.

4.4.3.2 Tensile performance measurement

4.4.3.2.1 Object

The tensile performance of optical fibres category A4 is characterized by the ease of handling such fibres, and the corresponding method shall be used for inspection for the sake of trade and commerce.

This test is applicable to A4 fibres, buffered or not. The purpose of this test is to determine the change in attenuation by applying a tensile force.

The fibre samples are subjected to a mechanical environment as specified below. The test shall be carried out at the standard test conditions in compliance with IEC 60068.

4.4.3.2.2 Test apparatus

The length of the sample between two clamping devices shall be 100 mm to 200 mm.

The tensile strength measuring apparatus shall be a device, for example a vertical tensile tester, which provides relative motion to the test fibre. It shall be capable of imparting constant motion without jerking to the fibre under test. To prevent fibre breakage, the means used to secure the fibres at the clamping point shall not stress the fibre excessively.

4.4.3.2.3 Procedure

The tensile speed shall be 100 mm/min. Yield strength and yield elongation are obtained from the load-elongation curve. Unless otherwise specified, tensile load and attenuation change at the 5 % elongation point ¹⁾ shall be recorded.

4.4.3.2.4 Requirements

If the sample fibre breaks at the clamping point, the test shall be regarded as invalid and another test shall be carried out. The maximum change in attenuation shall be as shown in the detailed specification. The number of samples tested shall be sufficient to allow for a statistical analysis.

4.4.3.3 Torsion test measurement

4.4.3.3.1 Object

The purpose of this test is to determine the ability of a buffered optical fibre category A4, to withstand torsion.

4.4.3.3.2 Test apparatus

See method IEC 60794-1-E7.

¹⁾ Elongation to breaking point is not applicable to optical fibre category A4.

4.4.3.3.3 Procédure

La longueur de l'échantillon, son poids, le nombre de cycles ainsi que les modifications de la valeur d'affaiblissement au cours de l'essai doivent être précisés dans la spécification particulière.

4.4.3.3.4 Prescriptions

Le revêtement protecteur ne doit pas présenter de défaut. En cas de rupture de la fibre échantillon au point d'accrochage, l'essai doit être considéré comme non valide et un autre essai doit être effectué.

4.4.3.4 Mesure de la résistance à la courbure des fibres avec revêtement protecteur

4.4.3.4.1 Objet

Cet essai est destiné à déterminer la résistance à la courbure autour d'un mandrin d'essai d'une fibre optique de catégorie A4 munie d'un revêtement protecteur.

4.4.3.4.2 Appareillage d'essai

Voir la méthode CEI 60794-1-E11.

4.4.3.4.3 Procédure

Le diamètre du mandrin, le nombre de tours, le nombre de cycles et la modification de la valeur d'affaiblissement au cours de l'essai doivent être précisés dans la spécification particulière.

4.4.3.4.4 Prescriptions

Le revêtement protecteur ne doit pas présenter de défaut. En cas de rupture de la fibre échantillon au point d'accrochage, l'essai doit être considéré comme non valide et un autre essai doit être effectué.

4.4.3.5 Mesure de la résistance aux courbures répétées

4.4.3.5.1 Objet

Cet essai est destiné à déterminer la résistance aux courbures répétées des fibres optiques de catégorie A4 munies d'un revêtement protecteur.

4.4.3.5.2 Appareillage d'essai

Voir la méthode CEI 60794-1-E6.

4.4.3.5.3 Procédure

Le poids, le rayon de courbure, le nombre de cycles ainsi que les modifications de la valeur d'affaiblissement après l'essai doivent être précisés dans la spécification particulière.

4.4.3.5.4 Prescriptions

Le revêtement protecteur ne doit pas présenter de défaut.

En cas de rupture de la fibre échantillon au point d'accrochage, l'essai doit être considéré comme non valide et un autre essai doit être effectué.

4.4.3.3.3 Procedure

The length of the sample, the weight, number of cycles and attenuation change during the test shall be stated in the detail specification.

4.4.3.3.4 Requirements

No defect shall be found on the buffer. If the sample fibre breaks at the clamping point, the test shall be regarded as invalid and another test shall be carried out.

4.4.3.4 Buffered fibre bend test measurement

4.4.3.4.1 Object

The purpose of this test is to determine the ability of a buffered optical fibre, category A4, to withstand bending around a test mandrel.

4.4.3.4.2 Test apparatus

See method IEC 60794-1-E11.

4.4.3.4.3 Procedure

The diameter of the mandrel, number of turns per helix, number of cycles and attenuation change during the test shall be stated in the detail specification.

4.4.3.4.4 Requirements

No defect shall be found on the buffer. If the sample fibre breaks at the clamping point, the test shall be regarded as invalid and another test shall be carried out.

4.4.3.5 Repeated bending test measurement

4.4.3.5.1 Object

The purpose of this test is to determine the ability of a buffered optical fibre, category A4, to withstand repeated bending.

4.4.3.5.2 Test apparatus

See method IEC 60794-1-E6.

4.4.3.5.3 Procedure

The weight, radius of curvature, number of cycles and attenuation change after the test shall be stated in the detail specification.

4.4.3.5.4 Requirements

No defect shall be found on the buffer.

If the sample fibre breaks at the clamping point, the test shall be regarded as invalid and another test shall be carried out.

4.4.3.6 Mesure de la résistance à l'écrasement

4.4.3.6.1 Objet

Cet essai est destiné à déterminer la résistance à l'écrasement des fibres optiques de catégorie A4 munies d'un revêtement protecteur.

4.4.3.6.2 Appareillage d'essai

Voir la méthode CEI 60794-1-E3.

4.4.3.6.3 Procédure

La charge totale, la durée d'application de la charge ainsi que les modifications de la valeur d'affaiblissement doivent être précisées dans la spécification particulière.

4.4.3.6.4 Prescriptions

Les critères d'acceptation de l'essai doivent être précisés dans la spécification particulière.

4.4.3.7 Mesure de la résistance au choc

4.4.3.7.1 Objet

Cet essai est destiné à déterminer la résistance au choc des fibres optiques de catégorie A4 munies d'un revêtement protecteur.

Les échantillons de fibres sont soumis à un choc comme spécifié ci-dessous. L'essai doit être effectué dans les conditions d'essai normales conformément à la CEI 60068.

4.4.3.7.2 Appareillage d'essai

Il doit consister en un poids qui chutera verticalement d'une hauteur spécifiée sur l'échantillon de fibre à revêtement protecteur fixé sur une solide plaque en acier ainsi que d'un guide de déplacement du poids.

Les bords du poids doivent être arrondis et le diamètre du poids doit être précisé dans la spécification particulière.

4.4.3.7.3 Procédure

Voir la méthode CEI 60794-1-E4. Les modifications de la valeur d'affaiblissement doivent être mesurées plus d'une minute après l'essai et un contrôle visuel doit également être effectué.

Des paramètres tels que

- l'énergie cinétique du poids;
- le diamètre du poids;
- le nombre de chocs;
- les modifications de la valeur d'affaiblissement après l'essai,

doivent être précisés dans la spécification particulière.

4.4.3.7.4 Prescriptions

Le revêtement protecteur ne doit pas présenter de défauts. Les critères d'acceptation de l'essai doivent être précisés dans la spécification particulière.

4.4.3.6 Crush test measurement

4.4.3.6.1 Object

The purpose of this test is to determine the ability of a buffered optical fibre, category A4, to withstand crushing.

4.4.3.6.2 Test apparatus

See method IEC 60794-1-E3.

4.4.3.6.3 Procedure

The total load, duration of application and attenuation change shall be stated in the detail specification.

4.4.3.6.4 Requirements

The acceptance criteria for the test shall be stated in the detail specification.

4.4.3.7 Impact test measurement

4.4.3.7.1 Object

The purpose of this test is to determine the ability of a buffered optical fibre, category A4, to withstand impact.

The fibre samples are subjected to an impact as specified below. The test shall be carried out at the standard test conditions in compliance with IEC 60068.

4.4.3.7.2 Test apparatus

The apparatus shall consist of a weight, to be dropped vertically from a specified height on to the sample buffered fibre fixed to a flat substantial steel base, and a guide for the weight.

The edges of the weight shall be rounded and the diameter of the weight shall be specified in the detail specification.

4.4.3.7.3 Procedure

See method IEC 60794-1-E4. Attenuation change shall be measured more than one minute after the test, and visual inspection shall also be made.

Parameters such as

- kinetic energy of the weight;
- diameter of the weight;
- number of impacts;
- attenuation change after the test,

have to be given in the detail specification.

4.4.3.7.4 Requirements

No defect shall be found on the buffer. The acceptance criteria for the test shall be stated in the detail specification.

4.4.4 Prescriptions relatives à la transmission

Les catégories d'affaiblissement, de bande passante et d'ouverture numérique sont données dans le tableau 18.

La conformité doit être vérifiée selon le tableau 19. Le choix de la méthode d'essai et de la méthode par laquelle la conversion à la longueur de référence est effectuée doivent être convenus entre le fabricant et l'acheteur.

Tableau 18 – Paramètres de transmission à 650 nm

Type de fibre	A4a, A4b et A4c
Affaiblissement (dB ramené à 100 m)	$\leq 40^*$
Bande passante (MHz ramené à 100 m)	> 10
Ouverture numérique	$0,5 \pm 0,15$
* Si une mesure d'affaiblissement est effectuée dans des conditions d'injection d'équilibre de modes conformément au montage d'injection décrit en A.4 de la CEI 60793-1-1 (utilisation d'un brouilleur de mode), l'affaiblissement obtenu ne dépendra pas de la longueur et ne doit pas dépasser 30 dB ramenés à 100 m.	
NOTE 1 L'affaiblissement et la bande passante ne sont pas nécessairement linéaires par rapport à la longueur.	
NOTE 2 Etant donné que les valeurs dépendent des conditions d'injection, lorsqu'il s'agit de mesurer l'affaiblissement, la réponse en bande de base et l'ouverture numérique, les conditions d'injection adéquates doivent être appliquées comme précisé dans l'annexe A de la CEI 60793-1-1.	

Tableau 19 – Essais optiques et de transmission

Caractéristiques	Essais	Méthodes d'essai selon la CEI 60793-1-4
Affaiblissement	Méthode de la fibre coupée Méthode des pertes d'insertion	CEI 60793-1-C1A CEI 60793-1-C1B
Continuité optique	Energie lumineuse transmise ou rayonnée	CEI 60793-1-C4
Réponse en bande de base	Réponse impulsionnelle Réponse fréquentielle	CEI 60793-1-C2A CEI 60793-1-C2B
Ouverture numérique	Répartition de la lumière en champ lointain	CEI 60793-1-C6
NOTE Pour la mesure d'affaiblissement et de la réponse en bande de base, les conditions d'injection appropriées doivent être utilisées (voir annexe A de la CEI 60793-1-1).		

4.4.5 Prescriptions relatives à l'environnement

4.4.5.1 Variation du facteur de transmission optique

Il y a lieu de vérifier la variation du facteur de transmission optique au moyen de l'une des deux méthodes de la CEI 60793-1-C10 de la CEI 60793-1-4 après avoir effectué les essais suivants:

- cycle de température: il convient de soumettre les échantillons de fibres à des cycles de température conformes à la méthode d'essai CEI 60793-1-D1 de la CEI 60793-1-5.
- essais sous fluides (à l'étude).

4.4.5.2 Modification des caractéristiques physiques

Des méthodes spécifiques sont à l'étude.

4.4.4 Transmission requirements

Attenuation, bandwidth, and numerical aperture categories are given in table 18.

Compliance shall be checked in accordance with table 19. The choice of the test method and the method by which the conversion to the reference length is made shall be agreed between the manufacturer and purchaser.

Table 18 – Transmission parameters at 650 nm

Fibre type	A4a, A4b and A4c
Attenuation (dB referred to 100 m)	$\leq 40^*$
Bandwidth (MHz referred to 100 m)	≥ 10
Numerical aperture	0.5 ± 0.15
* If an attenuation measurement is made under equilibrium mode launching conditions according to the launching set-up described in A.4 of IEC 60793-1-1 (use of a mode scrambler), the attenuation obtained will be independent of the length and shall not exceed 30 dB referred to 100 m.	
NOTE 1 Attenuation and bandwidth are not necessarily linear with the length.	
NOTE 2 As the values are dependent on the launching conditions, when measuring the attenuation, baseband response and numerical aperture, the appropriate launching conditions shall be applied as specified in annex A of IEC 60793-1-1.	

Table 19 – Optical and transmission tests

Characteristics	Tests	Test method according to IEC 60793-1-4
Attenuation	Cut-back technique	IEC 60793-1-C1A
	Insertion loss technique	IEC 60793-1-C1B
Optical continuity	Transmitted or radiated light power	IEC 60793-1-C4
Baseband response	Impulse response	IEC 60793-1-C2A
	Frequency response	IEC 60793-1-C2B
Numerical aperture	Far-field light distribution	IEC 60793-1-C6
NOTE When measuring attenuation and baseband response the appropriate launching conditions shall be applied (see annex A of IEC 60793-1-1).		

4.4.5 Environmental requirements

4.4.5.1 Change in optical transmittance

Change in optical transmittance should be verified by means of one of the two methods IEC 60793-1-C10 of IEC 60793-1-4 after carrying out the following tests:

- temperature cycling: fibre samples should be subjected to temperature cycling in accordance with test method IEC 60793-1-D1 of IEC 60793-1-5;
- testing in fluids (under consideration).

4.4.5.2 Change in physical properties

Specific methods are under consideration.

4.4.5.3 Acceptation

Les critères d'acceptation doivent être convenus entre le fabricant et l'acheteur.

4.4.6 Livraison

La livraison doit être effectuée sur tourets ou bobines protégés de manière appropriée.

5 Spécifications de produit pour les fibres optiques de classe B (fibres unimodales)

5.1 Construction et dimensions

5.1.1 Matériau du cœur et de la gaine

La fibre doit être constituée d'un cœur de verre et d'une gaine de verre conformément au 3.2.4 de la CEI 60793-1-1.

5.1.2 Revêtement primaire de la fibre

La gaine de la fibre doit être revêtue d'un matériau approprié. Le revêtement primaire doit être en contact étroit avec la surface de la gaine, de façon à préserver l'intégrité initiale de cette surface.

Le revêtement primaire doit être constitué d'une ou de plusieurs couches de matériaux identiques ou différents. Le revêtement primaire doit pouvoir être ôté afin de permettre les connexions sauf lorsqu'il est utilisé comme surface de référence. La méthode de dénudage doit être établie par accord entre le fabricant et l'acheteur.

5.1.3 Revêtement protecteur

Le revêtement protecteur est un matériau qui peut être ajouté pour une protection supplémentaire de la fibre. Ce revêtement peut être constitué d'un ou de plusieurs matériaux. Les interstices existant entre la fibre munie de son revêtement primaire et le revêtement protecteur lâche peuvent être remplis avec un fluide approprié ou des matériaux facilement déformables.

5.1.4 Dimensions

Les dimensions sont données dans le tableau 20.

La conformité doit être vérifiée suivant les méthodes indiquées dans le tableau 21.

Tableau 20 – Dimensions

Type de fibre		B1.1, B1.2, B2, B3 et B4
Diamètre de gaine (D)	(μm)	125 ± 1
Non-circularité de gaine	(%)	$\leq 2,0$
Erreur de concentricité du cœur	(μm)	$\leq 0,8$
Diamètre de revêtement primaire (non coloré)	(μm)	245 ± 10
Diamètre de revêtement primaire (coloré)	(μm)	250 ± 15
Erreur de concentricité gaine/revêtement primaire	(μm)	$\leq 12,5$
Rayon de rotation de fibre	(m)	$\geq 2^*$
* Selon les méthodes de soudure, une longueur minimale de 4 m peut être spécifiée pour la fibre destinée à être utilisée dans des constructions de câble – tel qu'un câble ruban.		

4.4.5.3 Acceptance

Acceptance criteria shall be agreed between the manufacturer and the purchaser.

4.4.6 Delivery

Delivery shall be on reels or in coils protected in a suitable manner.

5 Product specifications for class B optical fibres (single-mode fibres)

5.1 Construction and dimensions

5.1.1 Core and cladding material

The fibre shall consist of a glass core and glass cladding in accordance with 3.2.4 of IEC 60793-1-1.

5.1.2 Fibre coating

The cladding shall be coated with suitable material. The coating shall be in close contact with the cladding surface so as to preserve the initial integrity of that surface.

The coating shall consist of one or more layers of the same or different materials. The coating shall be removable for connecting purposes, except where it is used as a reference surface. The method of removal shall be agreed between the manufacturer and the purchaser.

5.1.3 Buffer

The buffer is a material which can be added for the further protection of the optical fibre. It can consist of one or more materials. The interstices between the coated fibre and loose buffer can be filled with a suitable fluid or easily deformable materials.

5.1.4 Dimensions

Dimensions are given in table 20.

Compliance shall be verified in accordance with table 21.

Table 20 – Dimensions

Fibre type		B1.1, B1.2, B2, B3 and B4
Cladding diameter (<i>D</i>)	(μm)	125 ± 1
Cladding non-circularity	(%)	$\leq 2,0$
Core concentricity error	(μm)	$\leq 0,8$
Coating diameter (uncoloured)	(μm)	245 ± 10
Coating diameter (coloured)	(μm)	250 ± 15
Cladding/coating concentricity error*	(μm)	$\leq 12,5$
Fibre curl radius	(m)	$\geq 2^*$
* Depending on splicing methods, a minimum of 4 m may be specified for fibre intended to be used in some cable constructions – such as ribbon cable.		

Les géométries de revêtement primaire ci-dessus sont le plus couramment utilisées dans les câbles de télécommunication. D'autres applications utilisent d'autres diamètres de revêtement. Certains de ceux-ci sont mentionnés ci-dessous.

Diamètres de revêtement primaire (μm):

- 400 $\pm$ 40
- 500 $\pm$ 50
- 600 $\pm$ 100
- 700 $\pm$ 100
- 900 $\pm$ 100

Tableau 21 – Essais dimensionnels

Caractéristiques	Essais	Méthodes d'essai selon la CEI 60793-1-2
Diamètre de gaine	Champ proche réfracté	CEI 60793-1-A1
	Répartition de la lumière en champ proche	CEI 60793-1-A2
	Mesure mécanique du diamètre	CEI 60793-1-A4
Diamètre du revêtement et/ou du revêtement protecteur	Répartition de la lumière en vue de côté	CEI 60793-1-A3
	Mesure mécanique du diamètre	CEI 60793-1-A4
Non-circularités	Champ proche réfracté	CEI 60793-1-A1
	Répartition de la lumière en champ proche	CEI 60793-1-A2
	Mesure mécanique du diamètre	CEI 60793-1-A4
Erreurs de concentricité	Champ proche réfracté	CEI 60793-1-A1
	Répartition de la lumière en champ proche	CEI 60793-1-A2

5.2 Couleurs du revêtement primaire et/ou du revêtement protecteur

Le revêtement primaire et/ou le revêtement protecteur peuvent être colorés avec une ou plusieurs couleurs différentes.

Les couleurs doivent correspondre, de façon raisonnable, à la CEI 60304.

A titre d'exemple, les couleurs suivantes peuvent être utilisées comme couleurs individuelles:

- naturel ou blanc;
- rouge;
- jaune;
- bleu;
- vert.

Un marquage sur les couleurs peut être effectué. Le marquage doit être constitué, sous forme de couleurs distinctes, d'anneaux, de lignes ou d'hélices. Les marquages imprimés ou peints doivent adhérer de façon satisfaisante. Les marquages doivent être facilement identifiables au moins tous les 30 mm.

The above coating geometry is most commonly used in telecommunication cables. There are other applications which use other coating diameters; several of which are listed below.

Coating diameters (μm):

- 400 $\pm$ 40
- 500 $\pm$ 50
- 600 $\pm$ 100
- 700 $\pm$ 100
- 900 $\pm$ 100

Table 21 – Dimensional tests

Characteristics	Tests	Test methods according to IEC 60793-1-2
Cladding diameter	Refracted near field	IEC 60793-1-A1
	Near-field light distribution	IEC 60793-1-A2
	Mechanical diameter measurement	IEC 60793-1-A4
Diameter of coating and/or buffer	Side view light distribution	IEC 60793-1-A3
	Mechanical diameter measurement	IEC 60793-1-A4
Non-circularities	Refracted near field	IEC 60793-1-A1
	Near-field light distribution	IEC 60793-1-A2
	Mechanical diameter measurement	IEC 60793-1-A4
Concentricity errors	Refracted near field	IEC 60793-1-A1
	Near-field light distribution	IEC 60793-1-A2

5.2 Colours of the coating and/or buffer

The coating and/or buffer may be coloured with one or more different colours.

Colours shall correspond reasonably with IEC 60304.

For instance, the following colours can be used as single colours:

- natural or white;
- red;
- yellow;
- blue;
- green.

A marking over the colours may be used. The marking shall consist of distinctive coloured rings, lines or helices. Printed or painted markings shall adhere satisfactorily. Markings shall be easily identifiable within any 30 mm length.

5.3 Prescriptions mécaniques

La fibre doit avoir subi un essai de sélection avant sa livraison. Le niveau de l'essai de sélection doit avoir une valeur minimale de 0,69 GPa, selon la méthode d'essai CEI 60793-1-B1 de la CEI 60793-1-3.

NOTE La valeur de l'essai de sélection de 0,69 GPa est égale à environ 1 % de contrainte ou environ une force de 8,8 N, pour les fibres indiquées au tableau 20. Pour la relation entre ces différentes unités, se reporter à 4.4 de la CEI/TR 62048.

La force de dénudage du revêtement doit être de:

$$1 \text{ N} \leq F_{\text{ave.strip}} \leq 5 \text{ N}, \text{ ou } 1,3 \text{ N} \leq F_{\text{peak.strip}} \leq 8,9 \text{ N}$$

où

$F_{\text{ave.strip}}$ est la force moyenne de dénudage du revêtement;

$F_{\text{peak.strip}}$ est la force de crête de dénudage du revêtement.

5.4 Prescriptions relatives à la transmission

5.4.1 Affaiblissement linéique

Les catégories sont données dans le tableau 22. La conformité doit être vérifiée suivant le tableau 23.

Le choix de la méthode d'essai doit être convenu entre le fabricant et l'acheteur.

5.4.2 Dispersion

Les catégories de dispersion sont données dans le tableau 22. La conformité doit être vérifiée suivant le tableau 23. Le choix de la méthode doit être convenu entre le fabricant et l'acheteur.

5.4.3 Diamètre de champ de mode

Les valeurs sont données dans le tableau 22. La conformité doit être vérifiée suivant le tableau 23. Le choix de la méthode doit être convenu entre le fabricant et l'acheteur.

5.4.4 Longueur d'onde de coupure

Les limites pour les valeurs de longueur d'onde de coupure sont données dans le tableau 22. La conformité doit être vérifiée en utilisant les essais donnés dans le tableau 23. Le choix de la méthode doit être convenu entre le fabricant et l'acheteur.

5.3 Mechanical requirements

The fibre shall have been proof-tested prior to delivery. The proof-test level shall have a minimum value of 0,69 GPa, in accordance with test method IEC 60793-1-B1 of IEC 60793-1-3.

NOTE The proof test value of 0,69 GPa is equivalent to about 1 % strain or about 8,8 N force, for fibres listed in table 20. For the relation between these different units, see 4.4 of IEC/TR 62048.

The coating strip force shall be:

$$1 \text{ N} \leq F_{\text{ave.strip}} \leq 5 \text{ N}, \text{ or } 1,3 \text{ N} \leq F_{\text{peak.strip}} \leq 8,9 \text{ N}$$

where

$F_{\text{ave.strip}}$ is the average coating strip force;

$F_{\text{peak.strip}}$ is the peak coating strip force.

5.4 Transmission requirements

5.4.1 Attenuation coefficient

Categories are given in table 22. Compliance shall be checked in accordance with table 23.

The choice of test method shall be agreed between manufacturer and purchaser.

5.4.2 Dispersion

Dispersion categories are given in table 22. Compliance shall be checked in accordance with table 23. The choice of method shall be agreed between manufacturer and purchaser.

5.4.3 Mode field diameter

The values are given in table 22. Compliance shall be checked in accordance with table 23. The choice of method shall be agreed between manufacturer and purchaser.

5.4.4 Cut-off wavelength

The limits of cut-off wavelength values are given in table 22. Compliance shall be checked using tests given in table 23. The choice of method shall be agreed between manufacturer and purchaser.

Tableau 22 – Paramètres de transmission

Catégorie		B1			B2	B4
		B1.1	B1.2	B1.3 (voir note 4)		
Affaiblissement ^a (dB/km)	à 1 310 nm λ_y nm	≤0,40	so	≤0,40 f	≤0,50	ns
	à 1 550 nm	≤0,30	≤0,25	≤0,30	≤0,30	≤0,30
	à 16XX (XX ≤ 25 nm)	≤0,40	≤0,40	≤0,40	ae	≤0,40
Plage de longueur d'onde à dispersion nulle, λ_0 (nm)		1 300 – 1 324	so	1 300 – 1 324	1 525 – 1 575	ns
Pente de dispersion maximale, $S_{0\text{ max}}$ (ps/nm ² ·km) à 1 550 nm		0,093	so ≤0,07	0,093	0,085	ns
Dispersion chromatique maximale $ D_{\text{max}} $ (ps/nm·km) 1 285 nm à 1 330 nm 1 525 nm à 1 575 nm à 1 550 nm		ns ns b	so ns 20		ae 3,0 ns	so ns ns
Dispersion chromatique bande C (ps/nm·km) $D_{\text{min}} \leq D(\lambda) \leq D_{\text{max}}$ $\lambda_{\text{min}} \leq \lambda \leq \lambda_{\text{max}}$ (voir note 3) λ_{min} λ_{max} D_{min} D_{max} <i>Signe</i> $D_{\text{max}} - D_{\text{min}}$ (ps/nm·km)		so so so so so so	so so so so so so	so so so so so so	so so so so so so	1 530 1 585 ≥1,0 ^d ≤10,0 ^d Positif ou négatif ^d ≤5,0
Dispersion chromatique bande L λ_{min} (nm) λ_{max} (nm) D_{min} (ps/nm·km) D_{max} (ps/nm·km) <i>Signe</i>		so so so so so	so so so so so	so so so so so	so so so so so	1 565 1 6XX (XX ≤ 25 nm) ae ae Positif ou négatif
PMD (Fibre non câblée) (ps/km ^{0,5})		c	c	c	c	c
Macrocourbures (dB) 1 550 nm (100 tours; 75 mm de diamètre)		≤0,50	≤0,50	≤0,50	≤0,50	≤0,50
Plage de diamètre de champ de mode nominal (μm) (voir note 1) à 1 310 nm à 1 550 nm		8,6 à 9,5 ns	so 9,5 à 10,5	8,6 à 9,5 ns	ns 7,8 à 8,5	so 8,1 à 11,0
Longueur d'onde de coupure du câble λ_{cc} (nm) (voir note 2)		≤1 260	≤1 530	≤1 260	≤1 260	≤1 480

so = sans objet; ns = non spécifié; ae = à l'étude.

Table 22 – Transmission parameters

Category		B1			B2	B4
		B1.1	B1.2	B1.3 (see note 4)		
Attenuation ^a (dB/km)	at 1 310 nm λ_y nm at 1 550 nm at 16XX (XX ≤ 25 nm)	≤0,40 ≤0,30 ≤0,40	na ≤0,25 ≤0,40	≤0,40 _f ≤0,30 ≤0,40	≤0,50 ≤0,30 na	ns ≤0,30 ≤0,40
Zero dispersion wavelength range, λ_0 (nm)		1 300 - 1 324	na	1 300 – 24	1 525 – 1 575	ns
Maximum zero dispersion slope, $S_{0\max}$ (ps/nm ² ·km) at 1 550 nm		0,093	Na ≤0,07	0,093	0,085	ns
Maximum chromatic dispersion $ D_{\max} $ (ps/nm·km) 1 285 nm to 1 330 nm 1 525 nm to 1 575 nm at 1 550 nm		ns ns _b	na ns 20	 _f	 3,0 ns	 na ns ns
Chromatic dispersion C-band (ps/nm·km) $D_{\min} \leq D(\lambda) \leq D_{\max}$ $\lambda_{\min} \leq \lambda \leq \lambda_{\max}$ (see note 3) $\lambda_{\min}$ $\lambda_{\max}$ $D_{\min}$ $D_{\max}$ <i>Sign</i> $D_{\max} - D_{\min}$ (ps/nm·km)		na na na na na na	na na na na na na	na na na na na na	na na na na na na	1 530 1 585 $\geq 1,0^d$ $\leq 10,0^d$ Positive or negative ^d $\leq 5,0$
Chromatic dispersion L-band $\lambda_{\min}$ (nm) $\lambda_{\max}$ (nm) $D_{\min}$ (ps/nm·km) $D_{\max}$ (ps/nm·km) <i>Sign</i>		na na na na na	na na na na na	na na na na na	na na na na na	1 565 1 6XX (XX ≤ 25 nm) uc uc Positive or negative
PMD (uncabled fibre) (ps/km ^{0,5})		c	c	c	c	c
Macrobending (dB) 1 550 nm (100 turns ; 75 mm de diameter)		≤0,50	≤0,50	≤0,50	≤0,50	≤0,50
Range of nominal mode field diameter (μm) (see note 1) at 1 310 nm at 1 550 nm		8,6 to 9,5 ns	na 9.5 to 10.5	8,6 à 9,5 ns	ns 7,8 - 8,5	na 8,1 to 11,0
Cable cut-off wavelength λ_{cc} (nm) (see note 2)		≤1 260	≤1 530	≤1 260	≤1 260	≤1 480

na = not applicable; ns = not specified; uc = under consideration.

- a L'affaiblissement à d'autres longueurs d'ondes discrètes peut être calculé en utilisant le modèle d'affaiblissement spectral donné par la CEI 60793-1-40. Par exemple, l'affaiblissement à 1 480 nm peut être calculé. Cette longueur d'onde peut être utilisée pour le pompage à distance des amplificateurs optiques.
- b Dans la région de 1 550 nm, la dispersion chromatique peut être estimée comme une fonction linéaire avec la longueur d'onde. Une valeur type de dispersion chromatique à 1 550 nm pour des fibres B1.1 est 17 ps/(nm.km) avec une pente type à 1 550 nm de 0,056 ps/(nm².km).
- c Un coefficient PMD coefficient maximal optionnel sur les fibres non câblées peut être spécifié par les constructeurs de câbles pour soutenir la prescription primaire de câble PMDQ ≤ 0,5 ps/km^{0,5} selon la CEI 60794-2, si elle a été démontrée pour une construction de câble particulière.
- d $D_{\min}$, $D_{\max}$ et le signe (bande C) doivent faire l'objet d'un accord entre le vendeur et l'acheteur.
- e Les valeurs les plus basses dépendent du procédé de fabrication, de la composition de la fibre et de la conception de la fibre. Des valeurs inférieures à 0,18 dB/km dans la plage de 1 550 nm ont été atteintes.
- f L'affaiblissement moyen à une longueur d'onde λ_v nm, après vieillissement conformément à l'Annexe B, doit être inférieure ou égal à la valeur spécifiée à 1310 nm. λ_v nm doit être comprise entre 1383 nm, valeur de crête d'eau, et 1 480 nm. La valeur de λ_v nm doit faire l'objet d'un accord entre l'acheteur et le vendeur.

Clarification: Si la longueur d'onde de crête d'eau est spécifiée pour λ_v nm alors il est permis d'utiliser à la fois des longueurs d'onde plus longues et plus courtes dans la bande étendue. Si la valeur spécifiée pour λ_v nm est plus longue que la longueur d'onde de crête d'eau, seules les longueurs d'onde supérieures à λ_v nm peuvent être utilisées dans la bande étendue.

NOTE 1 Une tolérance de ±0,7µm autour de la valeur nominale choisie est admise à 1 310 nm pour les fibres (B1.1 et B1.3) et à 1 550 nm pour les fibres (B1.2) et une tolérance de ±0,8µm autour de la valeur nominale choisie est admise pour les fibres (B2)

NOTE 2 Il existe trois façons de mesurer la longueur d'onde de coupure: longueur d'onde de coupure de fibre, λ_c , longueur d'onde de coupure de câble, λ_{cc} et longueur d'onde de coupure de cordon, λ_{cj} . La corrélation entre les valeurs mesurées de λ_c , λ_{cc} et λ_{cj} dépend de la conception spécifique de fibre et de câble et des conditions d'essai. Tandis qu'en général $\lambda_{cc} < \lambda_{cj} < \lambda_c$ une relation quantitative générale ne peut pas être établie facilement, il est très important d'assurer une transmission unimodale dans une longueur de câble minimale entre raccords à la longueur d'ondes de fonctionnement minimale. Ceci peut être réalisé en recommandant la longueur d'onde de coupure de câble maximale λ_{cc} d'une fibre unimodale câblée de 1260 nm ou pour des cordons types en recommandant une coupure maximale de cordon λ_{cj} de 1250 nm ou pour les longueurs et courbures les plus défavorables en recommandant une longueur d'onde de coupure de fibre maximale de λ_c de 1250 nm.

Pour certaines applications, certains utilisateurs ont préféré établir des limites de λ_c au-dessous de la longueur d'onde de fonctionnement envisagée. Dans de tels cas, des valeurs typiques dans la plage de 1 100 à 1 280 nm ont été adoptées. Pour d'autres applications, certains utilisateurs ont choisi de permettre que la valeur λ_c aille jusqu'à 1 350 nm, comptant sur les effets de la fabrication et de l'installation du câble pour obtenir des valeurs inférieures à la plage de longueur d'onde de fonctionnement.

NOTE 3 Il existe trois façons de mesurer la longueur d'onde de coupure: longueur d'onde de coupure de fibre, λ_c , longueur d'onde de coupure de câble, λ_{cc} , et longueur d'onde de coupure de cordon, λ_{cj} . La corrélation entre les valeurs mesurées de λ_c , λ_{cc} et λ_{cj} dépend de la conception spécifique de fibre et de câble et des conditions d'essai. Tandis qu'en général $\lambda_{cc} < \lambda_{cj} < \lambda_c$ une relation quantitative générale ne peut pas être établie facilement, il est très important d'assurer une transmission unimodale dans une longueur de câble minimale entre raccords à la longueur d'ondes de fonctionnement minimale. Cela peut être réalisé en recommandant la longueur d'onde de coupure de câble maximale λ_{cc} d'une fibre unimodale câblée de 1 260 nm ou, pour des cordons types, en recommandant une coupure maximale de cordon λ_{cj} de 1 250 nm ou, pour les longueurs et courbures les plus défavorables, en recommandant une longueur d'onde de coupure de fibre maximale de λ_c de 1 250 nm.

Le signe de $D(\lambda)$ ne change pas sur la gamme de longueurs d'onde de $\lambda_{\min}$ à $\lambda_{\max}$ pour une fibre donnée. Cependant, le signe peut changer d'une fibre à l'autre dans un système. Des dispersions positives et négatives sont également efficaces pour la suppression des non-linéarités de mélange de quatre ondes. La sélection d'une fibre avec un signe particulier de dispersion doit être faite en connaissance des aspects liés à l'application discutés dans la Recommandation G.663 de l'UIT-T. L'uniformité de dispersion est à l'étude, mais doit être cohérente avec le fonctionnement du système.

NOTE 4 Cette catégorie de fibre optique unimodale à dispersion non décalée (B1.3) est destinée à étendre la plage des signaux de transmission potentiels en utilisant les budgets de puissance de bande de 1 310 nm à des parties de la bande supérieures à 1 360 nm et inférieures à 1 530 nm. La dispersion chromatique dans cette bande peut imposer des prescriptions soit concernant la longueur de liaison maximale soit concernant le besoin d'accommodation.

- a The attenuation at other discrete wavelengths can be calculated using the spectral attenuation model given in IEC 60793-1-40. For example, the attenuation at 1480 nm can be calculated. This wavelength can be used for remote pumping of optical amplifiers.
- b In the 1 550 nm region the chromatic dispersion can be approximated as a linear function of wavelength. A typical value for the chromatic dispersion at 1550 nm for B1.1 fibres is 17 ps/(nm.km) with a typical slope at 1 550 nm of 0,056 ps/(nm².km).
- c An optional maximum PMD coefficient on uncabled fibre may be specified by cable manufacturers to support the primary requirement of cable PMDQ $\leq 0,5$ ps/km^{0,5} according to IEC 60794-2, if it has been demonstrated for a particular cable construction.
- d $D_{\min}$, $D_{\max}$ and sign (C-band) shall be agreed between buyer and seller.
- e The lowest values depend on fabrication process, fibre composition and design fibre. Values of below 0,18 dB/km in the 1 550 nm region have been achieved.
- f The average attenuation at wavelength λ_v , after ageing according to annex B, shall be less than or equal to the value specified at 1 310 nm. λ_v shall be between 1 383 nm, the water peak, and 1 480 nm. The value of λ_v shall be agreed between the buyer and seller.

Clarification: If the water peak wavelength is specified for λ_v , then both longer and shorter wavelengths may be used in the extended band. If the specified value for λ_v is longer than the water peak wavelength, only wavelengths longer than λ_v may be used in the extended band.

NOTE 1 A $\pm 0,7\mu\text{m}$ tolerance about the chosen nominal value is permitted at 1 310 nm for fibre (B1.1 and B1.3) and at 1 550 nm for fibre (B1.2) and a $\pm 0,8\mu\text{m}$ tolerance about the chosen nominal value is permitted for fibre (B2).

NOTE 2 There are three ways to measure cut-off wavelength: fibre cut-off wavelength, λ_c , cable cut-off wavelength, λ_{cc} , and jumper cut-off wavelength, λ_{cj} . The correlation of the measured values of λ_c , λ_{cc} and λ_{cj} depends on the specific fibre and cable design and the test conditions. While in general $\lambda_{cc} < \lambda_{cj} < \lambda_c$ a general quantitative relationship cannot be easily established, the importance of ensuring single-mode transmission in the minimum cable length between joints at the minimum operating wavelength is paramount. This may be performed by recommending the maximum cable cut-off wavelength λ_{cc} of a cabled single-mode fibre to be 1 260 nm, or for typical jumpers, by recommending a maximum jumper cable cut-off λ_{cj} to be 1 250 nm, or for worst case length and bends by recommending a maximum fibre cut-off wavelength λ_c to be 1 250 nm.

For some applications, some users have preferred to set limits for λ_c below the envisaged operating wavelength; typical values within the range 1 100 nm to 1 280 nm have been adopted in such cases. For other applications, some users have chosen to permit λ_c to be as high as 1 350 nm, relying on the effects of cable making and installation to yield values below the operating wavelength range.

NOTE 3 There are three ways to measure cut-off wavelength: fibre cut-off wavelength, λ_c , cable cut-off wavelength, λ_{cc} , and jumper cut-off wavelength, λ_{cj} . The correlation of the measured values of λ_c , λ_{cc} and λ_{cj} depends on the specific fibre and cable design and the test conditions. While in general $\lambda_{cc} < \lambda_{cj} < \lambda_c$ a general quantitative relationship cannot be easily established, the importance of ensuring single-mode transmission in the minimum cable length between joints at the minimum operating wavelength is paramount. This may be performed by recommending the maximum cable cut-off wavelength λ_{cc} of a cabled single-mode fibre to be 1 260 nm or, for typical jumpers, by recommending a maximum jumper cable cut-off λ_{cj} to be 1 250 nm or, for worst case length and bends, by recommending a maximum fibre cut-off wavelength λ_c to be 1 250 nm.

The sign of $D(\lambda)$ does not change over the wavelength range $\lambda_{\min}$ to $\lambda_{\max}$ for a given fibre. However, the sign may change from one fibre to another in a system. Positive and negative dispersion are equally effective at suppressing the four-wave mixing non-linearity. The selection of a fibre with a particular dispersion sign should be made with knowledge of the application-related aspects discussed in ITU-T Recommendation G.663. Dispersion uniformity is under study but should be consistent with the functioning of the system.

NOTE 4 This category of dispersion un-shifted single-mode optical fibre is to extend the range of possible transmission signals, using the 1 310 nm band power budgets, to portions of the band above 1 360 nm and below 1 530 nm. Chromatic dispersion in this band may impose requirements either on the maximum link length, or the need for accommodation.

Tableau 22A – Paramètres de transmission pour fibre du type B1.3:
Fibre unimodale à dispersion non décalée de bande de longueur d'onde étendue

Catégorie	Fibres B1.3
Affaiblissement ^a (dB/km)	
1 310 nm	≤0,40
λ_y nm	^b
1 550 nm	≤0,30
1 6XX nm ($XX \leq 25$ nm)	≤0,40
Plage (nm) – λ_0	1 300 – 1 324
S_0 max (ps/nm ² · km)	0,093
$ D_{\max} $ (ps/nm · km) à 1 550 nm	^c
PMD (fibre non câblée) (ps/km ^{0,5})	
Macrocourbures (dB) à 1 550 nm (100 tours; 75 mm de diamètre)	≤0,50
Plage nominale MFD (μm) à 1 310 nm	8,6 – 9,5
Tolérance MFD (μm) à 1 310 nm	±0,7
Longueur d'onde de coupure (nm)	≤1 260
NOTE Cette catégorie de fibre optique unimodale à dispersion non décalée est destinée à étendre la plage des signaux de transmission potentiels en utilisant les budgets de puissance de bande de 1 310 nm à des parties de la bande supérieures à 1 360 nm et inférieures à 1 530 nm. La dispersion chromatique dans cette bande peut imposer des prescriptions soit concernant la longueur de liaison maximale soit concernant le besoin d'accommodation.	
^a L'affaiblissement à d'autres longueurs d'ondes discrètes peut être calculé en utilisant le modèle d'affaiblissement spectral donné par la CEI 60793-1-40. Par exemple, l'affaiblissement à 1 480 nm peut être calculé. Cette longueur d'onde peut être utilisée pour le pompage à distance des amplificateurs optiques. ^b L'affaiblissement moyen à une longueur d'onde λ_y , après vieillissement conformément à l'annexe B, doit être inférieure ou égal à la valeur spécifiée à 1 310 nm. λ_y nm doit être comprise entre 1 383 nm, valeur de crête d'eau, et 1 480 nm. La valeur de λ_y nm doit faire l'objet d'un accord entre l'acheteur et le vendeur. Clarification: Si la longueur d'onde de crête d'eau est spécifiée pour λ_y nm alors il est permis d'utiliser à la fois des longueurs d'onde plus longues et plus courtes dans la bande étendue. Si la valeur spécifiée pour λ_y nm est plus longue que la longueur d'onde de crête d'eau, seules les longueurs d'onde supérieures à λ_y nm peuvent être utilisées dans la bande étendue. ^c Un coefficient PMD maximal optionnel sur les fibres non câblées peut être spécifié par les constructeurs de câbles pour soutenir la prescription primaire de câble PMDQ ≤0,5 ps/km ^{0,5} selon la CEI 60794-2, si elle a été démontrée pour une construction de câble particulière.	

**Table 22A – Transmission parameters for fibre type B1.3:
Extended wavelength band dispersion unshifted single mode fibre**

Category	B1.3 fibres
Attenuation ^a (dB/km)	
1 310 nm	≤0,40
λ_y nm	^b
1 550 nm	≤0,30
1 6XX nm ($XX \leq 25$ nm)	≤0,40
λ_0 – range (nm)	1 300 – 1 324
$S_{0\ max}$ (ps/nm ² ·km)	0,093
$ D_{max} $ (ps/nm · km) at 1 550 nm	^b
PMD (uncabled fibre) (ps/km ^{0,5})	^c
Macrobending (dB) at 1 550 nm (100 turns; 75 mm diameter)	≤0,50
Nominal MFD range (μm) at 1 310 nm	8,6 – 9,5
MFD tolerance (μm) at 1 310 nm	±0,7
Cable cut-off wavelength (nm)	≤1 260
NOTE This category of dispersion unshifted single-mode optical fibre is to extend the range of possible transmission signals, using the 1 310 nm band power budgets, to portions of the band above 1 360 nm and below 1 530 nm. Chromatic dispersion in this band may impose requirements either on the maximum link length, or the need for accommodation.	
^a The attenuation at other discrete wavelengths can be calculated using the spectral attenuation model given in IEC 60793-1-40. For example, the attenuation at 1 480 nm can be calculated. This wavelength can be used for remote pumping of optical amplifiers. ^b The average attenuation at wavelength λ_y , after ageing according to annex B, shall be less than or equal to the value specified at 1 310 nm. λ_y shall be between 1 383 nm, the water peak, and 1 480 nm. The value of λ_y shall be agreed between the buyer and seller. Clarification: If the water peak wavelength is specified for λ_y , then both longer and shorter wavelengths may be used in the extended band. If the specified value for λ_y is longer than the water peak wavelength, only wavelengths longer than λ_y may be used in the extended band. ^c An optional maximum PMD coefficient on un-cabled fibre may be specified by cable manufacturers to support the primary requirement of cable PMDQ ≤0,5 ps/km ^{0,5} according to IEC 60794-2, if it has been demonstrated for a particular cable construction.	

Tableau 23 – Essais optiques et de transmission

Caractéristiques	Essais	Méthodes d'essai selon la CEI 60793-1-4
Affaiblissement linéique	Méthode de la fibre coupée Méthode des pertes d'insertion Technique de rétrodiffusion	CEI 60793-1-C1A CEI 60793-1-C1B CEI 60793-1-C1C
Dispersion chromatique	Méthode de déphasage Méthode du temps de propagation de groupe dans le domaine temporel Méthode de déphasage différentiel	CEI 60793-1-C5A CEI 60793-1-C5B CEI 60793-1-C5C
Diamètre de champ de mode	Exploration en champ lointain Ouverture variable	CEI 60793-1-C9A CEI 60793-1-C9B
Longueur d'onde de coupure	Mesure de la longueur d'onde de coupure d'une fibre Mesure de la longueur d'onde de coupure d'une fibre en câble	CEI 60793-1-C7A CEI 60793-1-C7B

5.5 Prescriptions relatives à l'environnement

5.5.1 Cycles de température

Il y a lieu de soumettre des échantillons de fibre aux cycles de température, conformément à la méthode d'essai CEI 60793-1-D1 de la CEI 60793-1-5.

5.5.2 Modification de la transmission optique

Il y a lieu de vérifier la modification de la transmission optique au moyen de l'une des deux méthodes d'essai CEI 60793-1-C10 de la CEI 60793-1-4.

5.5.3 Acceptation

Les critères d'acceptation doivent être établis par accord entre le fabricant et l'acheteur.

5.6 Livraison

La livraison doit être effectuée sur tourets ou bobines protégés de manière appropriée.

Table 23 – Optical and transmission tests

Characteristics	Tests	Test methods according to IEC 60793-1-4
Attenuation coefficient	Cut-back technique	IEC 60793-1-C1A
	Insertion loss technique	IEC 60793-1-C1B
	Back-scattering technique	IEC 60793-1-C1C
Chromatic dispersion	Phase-shift method	IEC 60793-1-C5A
	Spectral group delay measurement in the time domain	IEC 60793-1-C5B
	Differential phase shift	IEC 60793-1-C5C
Mode field diameter	Far-field scan	IEC 60793-1-C9A
	Variable aperture	IEC 60793-1-C9B
Cut-off wavelength	Cut-off wavelength measurement	IEC 60793-1-C7A
	Cable cut-off wavelength measurement	IEC 60793-1-C7B

5.5 Environmental requirements

5.5.1 Temperature cycling

Fibre samples should be submitted to temperature cycling in accordance with test method IEC 60793-1-D1 of IEC 60793-1-5.

5.5.2 Change of optical transmission

Change of optical transmission should be verified by means of one of the two test methods IEC 60793-1-C10 of IEC 60793-1-4.

5.5.3 Acceptance

Acceptance criteria shall be agreed between the manufacturer and the purchaser.

5.6 Delivery

Delivery shall be on reels or in coils protected in a suitable manner.