

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60793-2

Quatrième édition
Fourth edition
1998-12

Fibres optiques –

**Partie 2:
Spécifications de produits**

Optical fibres –

**Part 2:
Product specifications**



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

Numéros des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60 000.

Publications 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.

Validité de la présente publication

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 la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- «Site web» de la CEI*
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement (Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60 050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60 000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. 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.

Validity of this publication

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 the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

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 to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates (On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60 050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60793-2

Quatrième édition
Fourth edition
1998-12

Fibres optiques –

**Partie 2:
Spécifications de produits**

Optical fibres –

**Part 2:
Product specifications**

© IEC 1998 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 Varembé Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

U

Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	6
Articles	
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 relatives à la transmission	14
4.1.5 Prescriptions relatives à l'environnement.....	22
4.1.6 Livraison	22
4.2 Catégorie A2.....	22
4.2.1 Construction et dimensions	22
4.2.2 Couleurs du revêtement primaire et/ou du revêtement protecteur.....	24
4.2.3 Prescriptions mécaniques.....	26
4.2.4 Prescriptions relatives à la transmission	26
4.2.5 Prescriptions relatives à l'environnement.....	26
4.2.6 Livraison.....	28
4.3 Catégorie A3.....	28
4.3.1 Construction et dimensions	28
4.3.2 Couleurs du revêtement primaire et/ou du revêtement protecteur.....	30
4.3.3 Prescriptions mécaniques.....	30
4.3.4 Prescriptions relatives à la transmission	30
4.3.5 Prescriptions relatives à l'environnement.....	32
4.3.6 Livraison	32
4.4 Catégorie A4.....	34
4.4.1 Construction et dimensions	34
4.4.2 Couleurs du revêtement protecteur.....	34
4.4.3 Prescriptions mécaniques.....	36
4.4.4 Prescriptions relatives à la transmission	42
4.4.5 Prescriptions relatives à l'environnement.....	44
4.4.6 Livraison	44

CONTENTS

	Page
FOREWORD	7
Clause	
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	15
4.1.5 Environmental requirements	23
4.1.6 Delivery	23
4.2 Category A2	23
4.2.1 Construction and dimensions	23
4.2.2 Colours of the coating and/or buffer	25
4.2.3 Mechanical requirements	27
4.2.4 Transmission requirements	27
4.2.5 Environmental requirements	27
4.2.6 Delivery	29
4.3 Category A3	29
4.3.1 Construction and dimensions	29
4.3.2 Colours of the coating and/or buffer	31
4.3.3 Mechanical requirements	31
4.3.4 Transmission requirements	31
4.3.5 Environmental requirements	33
4.3.6 Delivery	33
4.4 Category A4	35
4.4.1 Construction and dimensions	35
4.4.2 Colours of buffer	35
4.4.3 Mechanical requirements	37
4.4.4 Transmission requirements	43
4.4.5 Environmental requirements	45
4.4.6 Delivery	45

Articles	Pages
5 Spécifications de produit pour les fibres optiques de classe B (fibres unimodales)	44
5.1 Construction et dimensions	44
5.1.1 Matériau du coeur et de la gaine.....	44
5.1.2 Revêtement primaire de la fibre.....	44
5.1.3 Revêtement protecteur	44
5.1.4 Dimensions	44
5.2 Couleurs du revêtement primaire et/ou du revêtement protecteur	48
5.3 Prescriptions mécaniques	48
5.4 Prescriptions relatives à la transmission.....	48
5.4.1 Affaiblissement linéique.....	48
5.4.2 Dispersion.....	48
5.4.3 Diamètre de champ de mode.....	48
5.4.4 Longueur d'onde de coupure	48
5.5 Prescriptions relatives à l'environnement.....	52
5.5.1 Cycles de température	52
5.5.2 Modification de la transmission optique.....	52
5.5.3 Acceptation	52
5.6 Livraison.....	52

Clause	Page
5 Product specifications for class B optical fibres (single-mode fibres)	45
5.1 Construction and dimensions	45
5.1.1 Core and cladding material	45
5.1.2 Fibre coating	45
5.1.3 Buffer	45
5.1.4 Dimensions	45
5.2 Colours of the coating and/or buffer	49
5.3 Mechanical requirements	49
5.4 Transmission requirements	49
5.4.1 Attenuation coefficient	49
5.4.2 Dispersion	49
5.4.3 Mode field diameter	49
5.4.4 Cut-off wavelength	49
5.5 Environmental requirements	53
5.5.1 Temperature cycling	53
5.5.2 Change of optical transmission	53
5.5.3 Acceptance	53
5.6 Delivery	53

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

FIBRES OPTIQUES –

Partie 2: Spécifications de produits

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique 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, 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.

Cette quatrième édition annule et remplace la troisième édition, parue en 1992, et les amendements 1 (1995) et 2 (1998), dont elle constitue une révision technique.

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

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
86A/461/FDIS	86A/473/RVD

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

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 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 fourth edition cancels and replaces the third edition published in 1992 and its amendments 1 (1995) and 2 (1998). It constitutes a technical revision.

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

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

FDIS	Report on voting
86A/461/FDIS	86A/473/RVD

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

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.

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.

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

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 coeur et de la gaine

La fibre doit être constituée d'un coeur 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.

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.

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

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.

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.

Tableau 1 – Dimensions

Type de fibre		A1a	A1b	A1c	A1d
Diamètre du coeur (D_{co})	(μm)	50 ± 3	$62,5 \pm 3$	85 ± 3	100 ± 5
Diamètre de gaine (D_{cl})	(μm)	125 ± 2	125 ± 2	125 ± 3	140 ± 4
Erreur de concentricité coeur/gaine	(μm)	≤ 3	≤ 3	≤ 6	≤ 6
Non-circularité de coeur	(%)	≤ 6	≤ 6	≤ 6	≤ 6
Non-circularité de gaine	(%)	≤ 2	≤ 2	≤ 2	≤ 4
Diamètre du revêtement primaire (non coloré)	(μm)	245 ± 10	245 ± 10	245 ± 10	250 ± 25
Diamètre du revêtement primaire (coloré)	(μm)	$250 \pm 15^*$	$250 \pm 15^*$	$250 \pm 15^*$	A l'étude
Erreur de concentricité gaine/revêtement primaire**	(μm)	A l'étude**	A l'étude**	A l'étude**	A l'étude**
* La tolérance peut être augmentée pour des constructions lâches de câble telles qu'un tube lâche, un tube central, un jonc rainuré, etc.					
** Définitions, méthode de mesure et valeurs sont à l'étude.					

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

Tableau 2 – Essais dimensionnels

Caractéristiques	Essais	Méthodes d'essai selon la CEI 60793-1-2
Diamètre du coeur	Champ proche réfracté	CEI 60793-1-A1
	Répartition de la lumière en champ proche	CEI 60793-1-A2
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 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-circularités	Champ proche réfracté	CEI 60793-1-A1
	Répartition de la lumière en champ proche	CEI 60793-1-A2
	Répartition de la lumière en vue de côté	CEI 60793-1-A3
	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
	Répartition de la lumière en vue de côté	CEI 60793-1-A3

Table 1 – Dimensions

Fibre type		A1a	A1b	A1c	A1d
Core diameter (D_{CO})	(μm)	50 ± 3	$62,5 \pm 3$	85 ± 3	100 ± 5
Cladding diameter (D_{CL})	(μm)	125 ± 2	125 ± 2	125 ± 3	140 ± 4
Core/cladding concentricity error	(μm)	≤ 3	≤ 3	≤ 6	≤ 6
Core non-circularity	(%)	≤ 6	≤ 6	≤ 6	≤ 6
Cladding non-circularity	(%)	≤ 2	≤ 2	≤ 2	≤ 4
Coating diameter (uncoloured)	(μm)	245 ± 10	245 ± 10	245 ± 10	250 ± 25
Coating diameter (coloured)	(μm)	$250 \pm 15^*$	$250 \pm 15^*$	$250 \pm 15^*$	UC
Cladding/coating concentricity error**	(μm)	UC**	UC**	UC**	UC**
* The tolerance may be increased for loose tube type cable constructions such as loose tube, central tube, slotted core, etc. ** Definition, measuring method and values are under consideration.					

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

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 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 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.

4.1.4 Prescriptions relatives à la transmission

Les catégories d'affaiblissement, de bande passante et d'ouverture numérique sont fournies dans le tableau 3 pour 850 nm, dans le tableau 4 pour 1 300 nm et dans le tableau 5 pour fonctionnement en double fenêtre de transmission. Les prescriptions concernant la dispersion chromatique sont données au tableau 6. La conformité doit être vérifiée suivant le tableau 7. Le choix de la méthode d'essai doit être précisé dans la spécification particulière. Il convient de considérer la bande passante indiquée dans les tableaux comme la bande passante modale. Pour des raisons commerciales, la bande passante modale est normalisée linéairement à 1 km.

Tableau 3 – Paramètres de transmission à 850 nm uniquement

Type de fibre	A1a (50 µm/125 µm)	A1b (62,5 µm/125 µm)	A1c (85 µm/125 µm)	A1d (100 µm/140 µm)
Catégories d'affaiblissement (maximum) (dB/km)	3,0 3,5	3,0 3,5 4,0	4,0	4,0 6,0
Catégories de bande passante (minimum) en mégahertz ramenées à 1 km	200 500 800 1 000	150 200 500	100 200	100 150
Ouverture numérique théorique maximale	0,21 ± 0,02 ou 0,24 ± 0,02	0,29 ± 0,03	0,23 ± 0,02 ou 0,27 ± 0,03	0,27 ± 0,03 ou 0,30 ± 0,03
Ouverture numérique	0,20 ± 0,02 ou 0,23 ± 0,02	0,275 ± 0,015	0,22 ± 0,02 ou 0,26 ± 0,03	0,26 ± 0,03 ou 0,29 ± 0,03

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 be equivalent to a minimum fibre elongation of 0,5 % in accordance with test method IEC 60793-1-B1 of IEC 60793-1-3.

4.1.4 Transmission requirements

Attenuation, bandwidth and numerical aperture categories are given in table 3 for 850 nm, table 4 for 1 300 nm, and table 5 for dual wavelength operation. The chromatic dispersion requirement is given in table 6. Compliance shall be checked in accordance with table 7. The choice of the test method shall be specified in the detail specification. The bandwidth indicated in the tables should be regarded as the modal bandwidth. For commercial purposes, the modal bandwidth is linearly normalized to 1 km.

Table 3 – Transmission parameters at 850 nm only

Fibre type	A1a (50 µm/125 µm)	A1b (62,5 µm/125 µm)	A1c (85 µm/125 µm)	A1d (100 µm/140 µm)
Attenuation categories (maximum) (dB/km)	3,0 3,5	3,0 3,5 4,0	4,0	4,0 6,0
Bandwidth categories in megahertz referred to 1 km (minimum)	200 500 800 1 000	150 200 500	100 200	100 150
Maximum theoretical numerical aperture	0,21 ± 0,02 or 0,24 ± 0,02	0,29 ± 0,03	0,23 ± 0,02 or 0,27 ± 0,03	0,27 ± 0,03 or 0,30 ± 0,03
Numerical aperture	0,20 ± 0,02 or 0,23 ± 0,02	0,275 ± 0,015	0,22 ± 0,02 or 0,26 ± 0,03	0,26 ± 0,03 or 0,29 ± 0,03

Tableau 4 – Paramètres de transmission à 1 300 nm uniquement

Type de fibre	A1a (50 µm/125 µm)	A1b (62,5 µm/125 µm)	A1c (85 µm/125 µm)	A1d (100 µm/140 µm)
Catégories d'affaiblissement (maximum) (dB/km)	0,8 1,0 1,5	0,8 1,0 1,5 2,0	2,0	3,0 4,0
Catégories de bande passante (minimum) en mégahertz ramenées à 1 km	200 500 800 1 000 1 200 1 500	300 500 1 000	100 200 500 1 000	100 200 500
Ouverture numérique théorique maximale	0,21 ± 0,02 ou 0,24 ± 0,02	0,29 ± 0,03	0,23 ± 0,02 ou 0,27 ± 0,03	0,27 ± 0,03 ou 0,30 ± 0,03
Ouverture numérique	0,20 ± 0,02 ou 0,23 ± 0,02	0,275 ± 0,015	0,22 ± 0,02 ou 0,26 ± 0,03	0,26 ± 0,03 ou 0,29 ± 0,03
NOTE – Dans certains cas, les fibres peuvent être utilisées dans les deux fenêtres de transmission. Dans ce cas, il convient que les catégories soient approuvées.				

Tableau 5 – Paramètres de transmission pour fonctionnement en double fenêtre de transmission à 850 nm et 1 300 nm

Type de fibre	A1a		A1b		A1c		A1d	
Longueurs d'onde de transmission (nm)	850	1 300	850	1 300	850	1 300	850	1 300
Catégories d'affaiblissement (maximum) (dB/km)	2,7	1,0	3,5	1,5	3,5	1,5	4,5	2,0
	2,5	0,8	3,2	0,9	3,0	1,0	4,0	2,0
	2,4	0,6	3,0	0,7	3,0	0,7	4,0	1,5
Bande passante modale (minimum) catégories en mégahertz ramenées à 1 km	200	400	160	200	100	300	100	100
	200	600	160	500	200	200	100	300
	400	400	200	200	200	300	200	200
	400	600	200	400				
	400	800	200	600				
	400	1 000	250	1 000				
	400	1 200						
	400	1 500	300	800				
	600	1 000						

NOTE – Pour les fibres multimodales de catégorie A1a et A1b la bande passante à 850 nm peut être reliée à la bande passante à 1 300 nm comme illustré sur la figure 1, selon le paramètre du profil d'indice de réfraction, g (voir 3.1 de la CEI 60793-1-1). La zone hachurée sous la courbe de la figure 1 peut être définie comme étant la zone à double fenêtre de transmission. Dans cette zone, les parties X, Y et Z sont des exemples d'emplacement où le fabricant de fibre 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.

Du fait de cette optimisation du procédé de fabrication, certaines combinaisons de bandes passantes des tableaux 3 et 4 sont impossibles. Il est, par exemple, pratiquement impossible de produire une fibre de 1 000 MHz × km à 850 nm et également de 1 500 MHz × km à 1 300 nm.

Table 4 – Transmission parameters at 1 300 nm only

Fibre type	A1a (50 µm/125 µm)	A1b (62,5 µm/125 µm)	A1c (85 µm/125 µm)	A1d (100 µm/140 µm)
Attenuation categories (maximum) (dB/km)	0,8 1,0 1,5	0,8 1,0 1,5 2,0	2,0	3,0 4,0
Bandwidth categories in megahertz referred to 1 km (minimum)	200 500 800 1 000 1 200 1 500	300 500 1 000	100 200 500 1 000	100 200 500
Maximum theoretical numerical aperture	0,21 ± 0,02 or 0,24 ± 0,02	0,29 ± 0,03	0,23 ± 0,02 or 0,27 ± 0,03	0,27 ± 0,03 or 0,30 ± 0,03
Numerical aperture	0,20 ± 0,02 or 0,23 ± 0,02	0,275 ± 0,015	0,22 ± 0,02 or 0,26 ± 0,03	0,26 ± 0,03 or 0,29 ± 0,03
NOTE – In certain cases, fibres could be used in both wavelength regions. In this case, the categories should be agreed.				

Table 5 – Transmission parameters for dual wavelength operation at 850 nm and 1 300 nm

Fibre type	A1a		A1b		A1c		A1d	
Transmission wavelengths (nm)	850	1 300	850	1 300	850	1 300	850	1 300
Attenuation categories (maximum) (dB/km)	2,7	1,0	3,5	1,5	3,5	1,5	4,5	2,0
	2,5	0,8	3,2	0,9	3,0	1,0	4,0	2,0
	2,4	0,6	3,0	0,7	3,0	0,7	4,0	1,5
Modal bandwidth categories in megahertz referred to 1 km (minimum)	200	400	160	200	100	300	100	100
	200	600	160	500	200	200	100	300
	400	400	200	200	200	300	200	200
	400	600	200	400				
	400	800	200	600				
	400	1 000	250	1 000				
	400	1 200						
	400	1 500	300	800				
	600	1 000						

NOTE – For category A1a and A1b multimode fibres, the bandwidth at 850 nm may be related to the bandwidth at 1 300 nm as shown in figure 1, depending on the refractive index profile parameter, g (see 3.1 in IEC 60793-1-1). 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 optimize his process. That is, centre his production at 850 nm, 1 300 nm or between these two wavelengths.

Due to this optimization of the manufacturing process, there will be combinations of bandwidths from tables 3 and 4 which are not possible. For example, it is practically impossible to produce a fibre with 1 000 MHz × km at 850 nm and also 1 500 MHz × km at 1 300 nm.

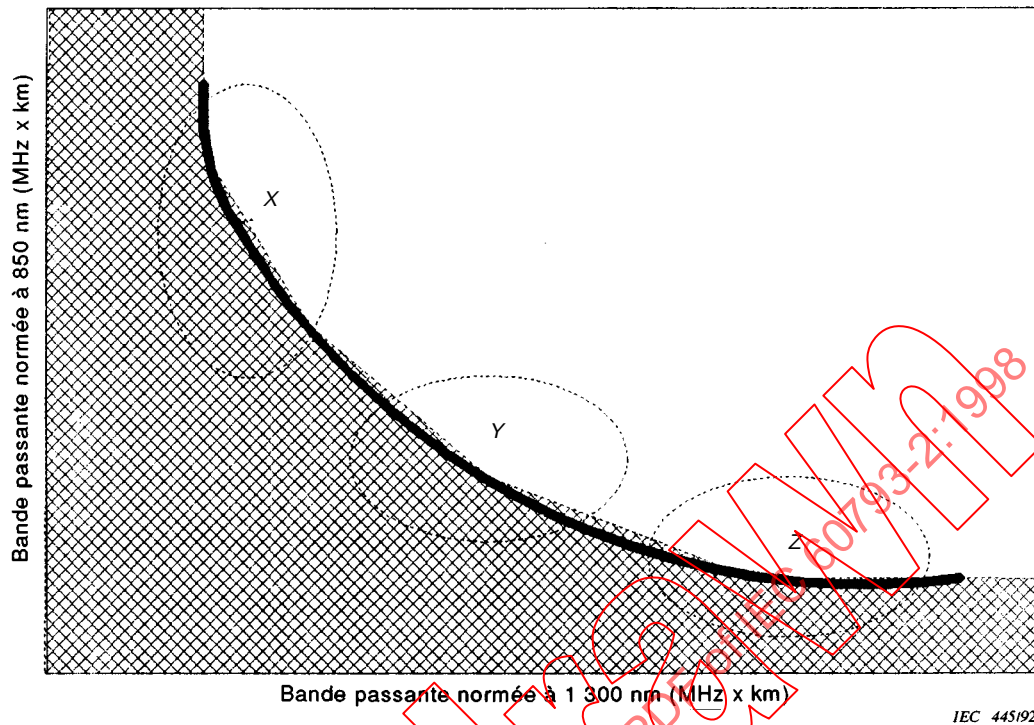


Figure 1 – Relation entre les bandes passantes à 850 nm et 1 300 nm

Tableau 6 – Prescriptions de dispersion chromatique pour les fibres de type A1

Longueur d'onde de dispersion nulle, λ_0	$1\,295\text{ nm} \leq \lambda_0 \leq 1\,365\text{ nm}$
Pente à dispersion nulle, S_0 :	
– pour $1\,300\text{ nm} \leq \lambda_0 \leq 1\,348\text{ nm}$	$S_0 \leq 0,11\text{ ps/nm}^2\cdot\text{km}$
– pour $1\,348\text{ nm} \leq \lambda_0 \leq 1\,365\text{ nm}$	$S_0 \leq 0,001 (1\,458 - \lambda_0)\text{ ps/nm}^2\cdot\text{km}$
– pour $1\,295\text{ nm} \leq \lambda_0 \leq 1\,300\text{ nm}$	$S_0 \leq 0,105 + 0,001 (\lambda_0 - 1\,295)\text{ ps/nm}^2\cdot\text{km}$
NOTE 1 – Voir la figure 2 pour une représentation schématique des prescriptions du tableau 6.	
NOTE 2 – La conformité à la spécification de dispersion chromatique des fibres de type A1 peut être assurée par la conformité à la spécification d'ouverture numérique.	

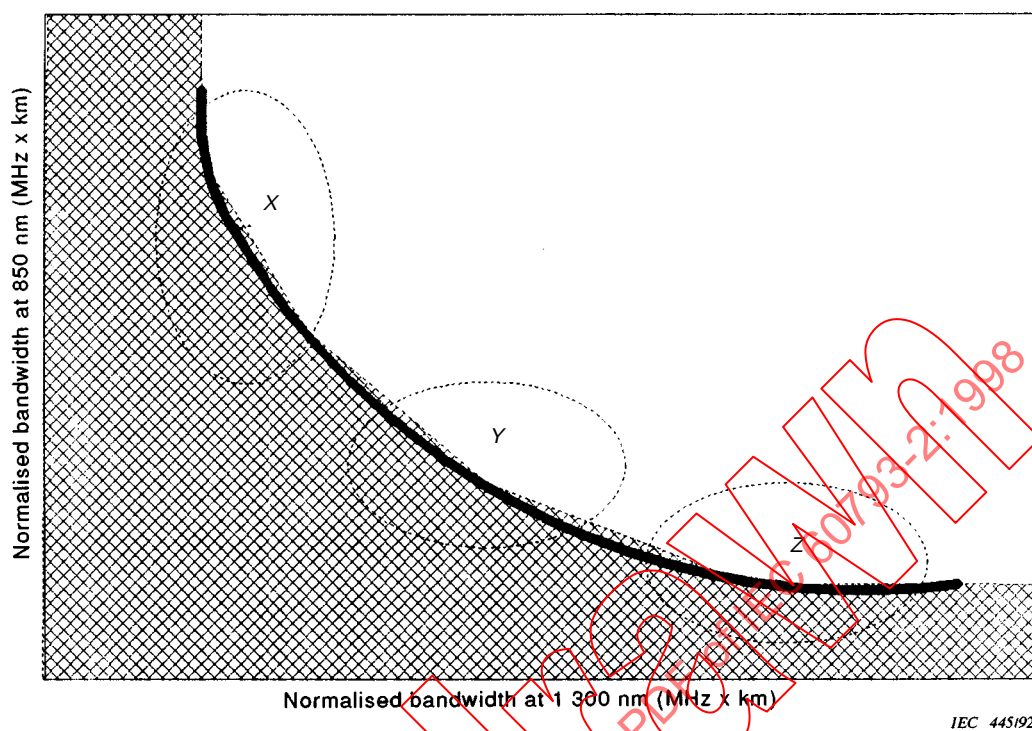


Figure 1 – Relation between bandwidths at 850 nm and 1 300 nm

Table 6 – Chromatic dispersion requirements for A1 type fibres

Zero dispersion wavelength, λ_0	$1\,295\text{ nm} \leq \lambda_0 \leq 1\,365\text{ nm}$
Zero dispersion slope, S_0 :	
– from $1\,300\text{ nm} \leq \lambda_0 \leq 1\,348\text{ nm}$	$S_0 \leq 0,11\text{ ps/nm}^2\cdot\text{km}$
– from $1\,348\text{ nm} \leq \lambda_0 \leq 1\,365\text{ nm}$	$S_0 \leq 0,001\,(1\,458 - \lambda_0)\text{ ps/nm}^2\cdot\text{km}$
– from $1\,295\text{ nm} \leq \lambda_0 \leq 1\,300\text{ nm}$	$S_0 \leq 0,105 + 0,001\,(\lambda_0 - 1\,295)\text{ ps/nm}^2\cdot\text{km}$
NOTE 1 – See figure 2 for a schematic representation of requirements of table 6.	
NOTE 2 – Specification compliance of chromatic dispersion of A1 type fibres can be assured by compliance to the numerical aperture specification.	

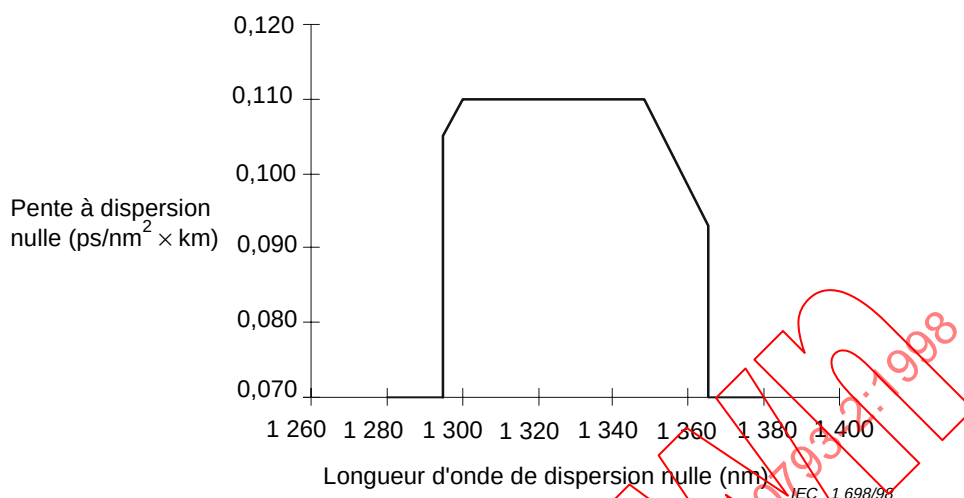


Figure 2 – Prescription de dispersion chromatique pour les fibres de type A1

Tableau 7 – 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
Réponse en bande de base	Réponse impulsionnelle Réponse fréquentielle	CEI 60793-1-C2A CEI 60793-1-C2B
Profil d'indice de réfraction	Champ proche réfracté	CEI 60793-1-A1
Ouverture numérique théorique maximale	Champ proche réfracté	CEI 60793-1-A1
Ouverture numérique	Répartition de la lumière en champ lointain	CEI 60793-1-C6
Dispersion chromatique	Méthode du déphasage Méthode du temps de propagation de groupe spectral dans le domaine temporel	CEI 60793-1-C5A CEI 60793-1-C5B
NOTE 1 – Pour la mesure d'affaiblissement et de réponse en bande de base, il est recommandé d'utiliser les conditions d'injection appropriées. Celles-ci peuvent être différentes de celles qui sont indiquées dans les méthodes d'essai auxquelles il est fait référence. NOTE 2 – La méthode de déphasage différentiel, C5C, ne mentionne pas explicitement la possibilité de son utilisation pour les fibres A1.		

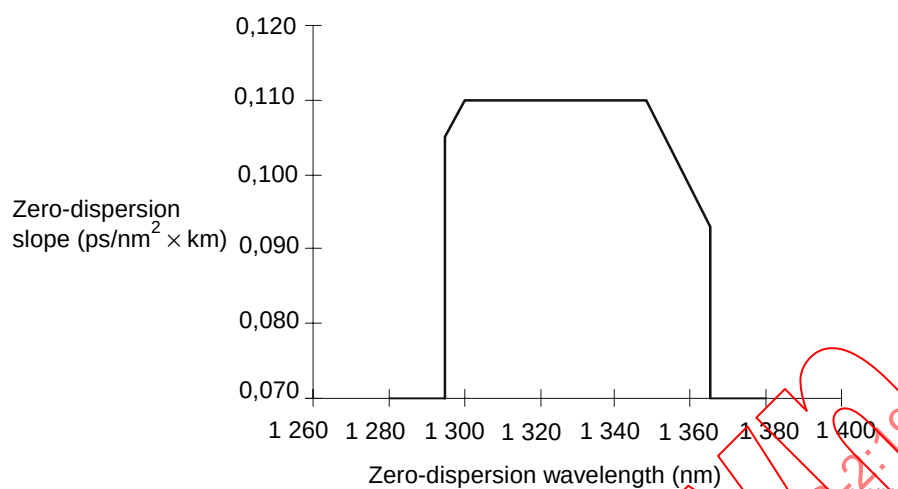


Figure 2 – Chromatic dispersion requirements for A1 type fibres

Table 7 – Optical and transmission tests

Characteristics	Tests	Test methods according to IEC 60793-1-4 and IEC 60793-1-2
Attenuation coefficient	Cut-back technique Insertion loss technique Back-scattering technique	IEC 60793-1-C1A IEC 60793-1-C1B IEC 60793-1-C1C
Baseband response	Impulse response Frequency response	IEC 60793-1-C2A IEC 60793-1-C2B
Refractive index profile	Refracted near field	IEC 60793-1-A1
Maximum theoretical numerical aperture	Refracted near field	IEC 60793-1-A1
Numerical aperture	Far field light distribution	IEC 60793-1-C6
Chromatic dispersion	Phase-shift method Spectral group delay measurement in the time domain	IEC 60793-1-C5A IEC 60793-1-C5B
NOTE 1 – When measuring attenuation and baseband response, the appropriate launching conditions should be applied. These may differ from those prescribed in the test methods to which reference is made.		
NOTE 2 – The differential phase-shift method, C5C does not explicitly state that it may be used for A1 fibres.		

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.

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 coeur et de la gaine

La fibre doit être constituée d'un coeur 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.

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 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.

Tableau 8 – Dimensions

Type de fibre		A2a	A2b	A2c
Diamètre du coeur (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 coeur	(%)	≤ 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.				

Tableau 9 – Essais dimensionnels

Caractéristiques	Essais	Méthodes d'essai selon 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 coeur	Champ proche réfracté	CEI 60793-1-A1
	Répartition de la lumière en champ proche	CEI 60793-1-A2
Erreurs de concentricité	Champ proche réfracté	CEI 60793-1-A1
	Répartition de la lumière en champ proche	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.

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.

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 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.

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.

4.2.3 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.

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 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 coeur et de la gaine

La fibre doit être constituée d'un coeur de verre avec une gaine plastique conformément au 3.1 de la CEI 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 coeur (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 coeur	(%)	≤ 6	≤ 6	≤ 6
Erreur de concentricité coeur/gaine	(%)	≤ 10	≤ 10	≤ 10

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 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)	900 ± 100	600 ± 50	600 ± 50
Core non-circularity	(%)	≤ 6	≤ 6	≤ 6
Core/cladding concentricity error	(%)	≤ 10	≤ 10	≤ 10

Tableau 13

Caractéristiques	Essais	Méthodes d'essai de la CEI 60793-1-2
Diamètre du coeur	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 coeur	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
Erreurs de concentricité	Champ proche réfracté Répartition de la lumière en champ proche	CEI 60793-1-A1 CEI 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.

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 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.

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 ± 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.	

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	CEI 60793-1-C1A
	Méthode des 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 maximale	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).		

4.3.5 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 Rétenion 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.

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 ± 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.	

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 Catégorie A4

4.4.1 Construction et dimensions

4.4.1.1 Matériau du coeur et de la gaine

La fibre doit être constituée d'un coeur 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.

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 coeur (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 coeur 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 coeur	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.

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 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 $10\,\mu\text{m}$ to $20\,\mu\text{m}$ 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.

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.

4.4.3 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⁾

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

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 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.

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

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.

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.

4.4.3.2.4 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.

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 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.

4.4.3.6 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.

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 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.

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.

4.4.4 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)	≤40*
Bande passante (MHz ramené à 100 m)	≥10
Ouverture numérique	0,5 ± 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	CEI 60793-1-C1A
	Méthode des pertes d'insertion	CEI 60793-1-C1B
Continuité optique	Energie lumineuse transmise ou rayonnée	CEI 60793-1-C4
Réponse en bande de base	Réponse impulsionnelle	CEI 60793-1-C2A
	Réponse fréquentielle	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).		

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 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)	≤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 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.

4.4.5.3 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.

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 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.

Tableau 20 – Dimensions

Type de fibre	B1.1, B1.2, B2, B3 et B4
Diamètre de gaine (D) (μm)	125 ± 2
Non-circularité de gaine (%)	≤ 2
Erreur de concentricité du champ de mode *	≤ 1
Diamètre de revêtement primaire (non coloré) (μm)	245 ± 10
Diamètre de revêtement primaire (coloré) (μm)	$250 \pm 15^{**}$
Erreur de concentricité gaine/revêtement primaire *	A l'étude***
* L'erreur de concentricité du champ de mode et l'erreur de concentricité du coeur donnée par une lumière transmise utilisant des longueurs d'onde différentes de 1 310 nm (y compris la lumière blanche) sont équivalentes. En général, l'écart entre le centre du profil d'indice de réfraction et l'axe de la gaine représente aussi l'erreur de concentricité du champ de mode mais si une incohérence apparaît entre l'erreur de concentricité du champ de mode mesurée selon la méthode de référence et l'erreur de concentricité du coeur, la première constituera la référence. ** La tolérance peut être augmentée pour les constructions lâches de câble telles que tube lâche, tube central, jonc rainuré, etc. *** Définitions, méthode de mesure et valeurs sont à l'étude.	

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

Table 20 – Dimensions

Fibre type		B1.1, B1.2, B2, B3 and B4
Cladding diameter (<i>D</i>)	(μm)	125 ± 2
Cladding non-circularity	(%)	≤ 2
Mode field concentricity error*	(μm)	≤ 1
Coating diameter (uncoloured)	(μm)	245 ± 10
Coating diameter (coloured)	(μm)	$250 \pm 15^{**}$
Cladding/coating concentricity error*	(μm)	UC***
* The mode field concentricity error and the concentricity error of the core represented by the transmitted illumination using wavelengths different from 1 310 nm (including white light) are equivalent. In general, the deviation of the centre of the refractive index profile and the cladding axis also represents the mode field concentricity error but, if any inconsistency appears between mode field concentricity error, measured according to the reference test method (RTM) and the core concentricity error, the former will constitute the reference. ** The tolerance may be increased for loose tube type cable constructions such as loose tube, central tube, slotted core, etc. *** Definition, measuring method and values are under consideration.		

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