



IEC 60793-1-49

Edition 3.0 2018-08

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Optical fibres –

Part 1-49: Measurement methods and test procedures – Differential mode delay

Fibres optiques –

Partie 1-49: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Retard différentiel de mode

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 33.180.10

ISBN 978-2-8322-5954-2

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

CONTENTS

FOREWORD.....	4
1 Scope.....	6
2 Normative references	6
3 Terms and definitions	7
4 Apparatus.....	8
4.1 Overview.....	8
4.2 Optical source.....	9
4.3 Probe fibre	10
4.4 Scanning stage.....	10
4.5 Probe to test sample coupling	10
4.6 Cladding mode stripper	10
4.7 Detection system	10
4.8 Sampler and digitizer	11
4.9 Computational equipment	11
4.10 System performance	11
4.10.1 General	11
4.10.2 Pulse temporal stability.....	12
4.10.3 System stability frequency limit (<i>SSFL</i>).....	12
5 Sampling and specimens.....	13
5.1 Test sample	13
5.2 Specimen end-faces	13
5.3 Specimen length	13
5.4 Specimen deployment.....	13
5.5 Specimen positioning.....	13
6 Procedure.....	13
6.1 Fibre coupling and system setup.....	13
6.2 Determination of centre.....	14
6.3 Measurement of the test sample	14
6.3.1 Selection of radii and quadrant	14
6.3.2 Collection of scan data	14
6.4 Determination of ΔT_{PULSE} and ΔT_{REF}	14
6.5 Reference test method.....	14
7 Calculations and interpretation of results	15
7.1 General.....	15
7.2 Differential mode delay (<i>DMD</i>).....	15
7.2.1 General	15
7.2.2 Deconvolution.....	15
7.2.3 Pulse folding.....	15
7.2.4 Determination of <i>DMD</i>	16
7.3 Minimum calculated effective modal bandwidth	17
7.3.1 General	17
7.3.2 Time domain pulse computation	17
7.3.3 Calculate the transfer function	18
7.3.4 Compute the power spectrum	18
7.3.5 Compute EMB_C and $minEMB_C$	18
7.4 Length normalization.....	18

8	Documentation	18
8.1	Information to be reported	18
8.2	Information available upon request	19
9	Specification information	19
	Annex A (normative) Source spectral width limitation	20
A.1	Limiting the effect of chromatic dispersion (CD) on the value of <i>DMD</i>	20
A.1.1	General	20
A.1.2	Limit CD contribution to <i>DMD</i> to be measured	20
A.1.3	Limit CD contribution to reference width	20
A.1.4	Adjust ΔT_{REF} to account for CD contribution	21
A.1.5	High-performance <i>DMD</i> fibres and spectral requirements	21
A.2	Chromatic dispersion in multimode fibres	22
	Annex B (informative) Determination of fibre optical centre	23
B.1	General	23
B.2	Method	23
	Annex C (normative) Detection system modal measurement	26
C.1	General	26
C.2	Determination of coupling function	26
C.2.1	Overview	26
C.2.2	Fibre sample and coupling	26
C.2.3	Detector response	26
C.2.4	Reference response	27
C.2.5	Coupling function determination	28
	Annex D (informative) Discussion of measurement details	29
D.1	<i>DMD</i>	29
D.2	EMB_C calculation	30
	Annex E (informative) Determining <i>DMD</i> weightings for EMB_C calculation	33
E.1	Selecting a set of weightings	33
E.2	Procedure for generating <i>DMD</i> weightings given encircled flux data	33
	Annex F (informative) EMB_C calculation information	35
F.1	Default <i>DMD</i> weightings for transmitters conforming to IEC 60793-2-10	35
F.2	Example method to determine if an adjusted bandwidth (BW) metric is adequate	36
	Bibliography	38
	Figure 1 – Example apparatus	9
	Figure B.1 – Typical area data from centring waveforms	24
	Figure D.1 – Idealized <i>DMD</i> data	29
	Table A.1 – Worst-case chromatic dispersion	22
	Table C.1 – Theoretical normalized coupling efficiency	27
	Table F.1 – <i>DMD</i> weightings	35
	Table F.2 – <i>DMD</i> weightings	36

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

OPTICAL FIBRES –

Part 1-49: Measurement methods and test procedures – Differential mode delay

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as “IEC Publication(s)”). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60793-1-49 has been prepared by subcommittee 86A: Fibres and cables, of IEC technical committee 86: Fibre optics.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 2006. This edition constitutes a technical revision.

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

- a) better alignment with original intent by filling some omissions and therefore improving measurement rigor;

- b) the measurement of fibres with smaller differential mode delay (and higher modal bandwidth) such as type A1a.3 fibres of IEC 60793-2-10 [1]¹ that are used in constructing OM4 performance category cables; new requirements on specifying detector amplitude and temporal response, specimen deployment conditions, four-quadrant scanning, and uniformity of radial locations for calculating bandwidth.

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

CDV	Report on voting
86A/1812/CDV	86A/1860/RVC

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

This document has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

This International Standard is to be used in conjunction with IEC 60793-1-1:2017.

A list of all parts in the IEC 60793 series, published under the general title *Optical fibres*, can be found on the IEC website.

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

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

¹ Numbers in square brackets refer to the Bibliography.

OPTICAL FIBRES –

Part 1-49: Measurement methods and test procedures – Differential mode delay

1 Scope

This part of IEC 60793 applies only to multimode, graded-index glass-core (category A1) fibres. The test method is commonly used in production and research facilities, but is not easily accomplished in the field.

This document describes a method for characterizing the modal structure of a graded-index multimode fibre. This information is useful for assessing the bandwidth performance of a fibre especially when the fibre is intended to support a range of launch conditions, for example, those produced by standardized laser transmitters.

With this method, the output from a probe fibre that is single-moded at the test wavelength excites the multimode fibre under test. The probe spot is scanned across the end-face of the fibre under test at specified radial positions, and a set of response pulses are acquired at these positions.

Three specifiable parameters can be derived from the collected set of data.

- The first parameter, differential modal delay (*DMD*), is the difference in optical pulse delay time between the fastest and slowest mode groups of the fibre under test. *DMD* specifications place limits on modal delay over a specified range of probe fibre radial offset positions. *DMD* specifications are determined by modeling and experimentation to correspond to a minimum effective modal bandwidth (*EMB*) for the expected range of transmitters used in a link at a given performance level.
- The second specifiable parameter is derived by combining the pulses using sets of specific radial weights to determine an approximation of a set of pulses from typical transmitters. Using Fourier transforms, the calculated effective modal bandwidth (*EMB_c*) is determined for each weight set. The minimum of these *EMB_c* values (*minEMB_c*) is the specifiable parameter.
- The third specifiable parameter, the computed overfilled launch bandwidth, *OMB_c*, is determined in a manner similar to *EMB_c*, but by applying just one weight set to the set of pulses; this weight set corresponds to the overfilling condition, where all mode groups are equally excited.

The test's intent is to quantify the effects of interactions of the fibre modal structure and the source modal characteristics excluding the source's spectral interaction with fibre chromatic dispersion. Adding the effects of fibre chromatic dispersion and the source spectral characteristics will reduce the overall transmission bandwidth, but this is a separate calculation in most transmission models. In this test, the contribution of chromatic dispersion is controlled by limiting the spectral width of usable test sources. Practical test sources will have non-zero spectral width and will thus slightly distort the *DMD*, *minEMB_c* and *OMB_c* values. These chromatic dispersion effects are considered in Annex A.

NOTE Comparison between IEC 60793-1-49 and ITU recommendations: ITU-T Recommendation G.650.1 [2] contains no information on how to measure the *DMD* of a graded-index multimode fibre.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition

cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60793-1-1:2017, *Optical fibres – Part 1-1: Measurement methods and test procedures – General and guidance*

IEC 60793-1-22, *Optical fibres – Part 1-22: Measurement methods and test procedures – Length measurement*

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

IEC 60793-1-45, *Optical fibres – Part 1-45: Measurement methods and test procedures – Mode field diameter*

IEC 60825-1, *Safety of laser products – Part 1: Equipment classification and requirements*

IEC 60825-2, *Safety of laser products – Part 2: Safety of optical fibre communication systems (OFCS)*

IEC 61280-1-4, *Fibre optic communication subsystem test procedures – Part 1-4: General communication subsystems – Light source encircled flux measurement method*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	42
1 Domaine d'application	44
2 Références normatives	45
3 Termes et définitions	45
4 Appareillage	47
4.1 Vue d'ensemble	47
4.2 Source optique.....	47
4.3 Fibre sonde.....	48
4.4 Dispositif de balayage.....	48
4.5 Couplage entre sonde et échantillon d'essai	48
4.6 Extracteur de modes de gaine.....	49
4.7 Système de détection.....	49
4.8 Echantillonneur et numériseur.....	49
4.9 Appareil de calcul	50
4.10 Performance du système	50
4.10.1 Généralités.....	50
4.10.2 Stabilité temporelle des impulsions.....	50
4.10.3 Limite de fréquence de stabilité du système	51
5 Echantillonnage et spécimens	51
5.1 Echantillon d'essai	51
5.2 Faces d'extrémités du spécimen	51
5.3 Longueur des spécimens	51
5.4 Déploiement des spécimens	51
5.5 Positionnement du spécimen	52
6 Procédure.....	52
6.1 Couplage de fibres et réglage du système	52
6.2 Détermination du centre.....	52
6.3 Mesure de l'échantillon d'essai	52
6.3.1 Choix des rayons et du quadrant	52
6.3.2 Collecte des données de balayage	53
6.4 Détermination de ΔT_{PULSE} et de ΔT_{REF}	53
6.5 Méthode d'essai de référence	53
7 Calculs et interprétation des résultats.....	53
7.1 Généralités	53
7.2 Retard différentiel de mode (<i>DMD</i>).....	53
7.2.1 Généralités.....	53
7.2.2 Déconvolution.....	54
7.2.3 Repliement d'impulsion.....	54
7.2.4 Détermination du retard différentiel de mode (<i>DMD</i>)	55
7.3 Largeur de bande modale efficace minimale calculée.....	56
7.3.1 Généralités.....	56
7.3.2 Calcul des impulsions dans le domaine temporel	56
7.3.3 Calcul de la fonction de transfert	56
7.3.4 Calcul du spectre de puissance	57
7.3.5 Calcul d' EMB_C et de $minEMB_C$	57
7.4 Normalisation de la longueur.....	57

8	Documentation	57
8.1	Information à consigner	57
8.2	Informations disponibles sur demande	57
9	Informations relatives à la spécification	58
Annexe A (normative) Limite de la largeur spectrale de la source		59
A.1	Limitation de l'effet de la dispersion chromatique sur la valeur du <i>DMD</i>	59
A.1.1	Généralités	59
A.1.2	Limiter la contribution de la dispersion chromatique au <i>DMD</i> à mesurer.....	59
A.1.3	Limiter la contribution de la dispersion chromatique à la largeur de référence	60
A.1.4	Ajuster ΔT_{REF} pour tenir compte de la contribution de la dispersion chromatique.....	60
A.1.5	Fibres de <i>DMD</i> hautes performances et exigences spectrales	60
A.2	Dispersion chromatique dans les fibres multimodales	61
Annexe B (informative) Détermination du centre optique d'une fibre		63
B.1	Généralités	63
B.2	Méthode.....	63
Annexe C (normative) Mesure de la dépendance modale d'un système de détection		66
C.1	Généralités	66
C.2	Détermination de la fonction de couplage.....	66
C.2.1	Vue d'ensemble	66
C.2.2	Echantillon de fibre et couplage	66
C.2.3	Réponse du détecteur.....	66
C.2.4	Réponse de référence	67
C.2.5	Détermination de la fonction de couplage	68
Annexe D (informative) Discussion des détails de mesure		69
D.1	<i>DMD</i>	69
D.2	Calcul de l' EMB_C	70
Annexe E (informative) Détermination des pondérations de <i>DMD</i> pour le calcul de l' EMB_C		73
E.1	Sélection d'un jeu de pondérations	73
E.2	Procédure pour générer des pondérations de <i>DMD</i> liées aux données des flux inscrits	73
Annexe F (informative) Informations relatives au calcul d' EMB_C		75
F.1	Pondérations de <i>DMD</i> par défaut pour des émetteurs conformes à l'IEC 60793-2-10	75
F.2	Exemple de méthode pour déterminer si une valeur de largeur de bande ajustée est appropriée	76
Bibliographie.....		78
Figure 1 – Exemple d'appareillage		47
Figure B.1 – Données de zones typiques obtenues à partir des formes d'onde de centrage		64
Figure D.1 – Données de <i>DMD</i> idéales		69
Tableau A.1 – Dispersion chromatique la plus défavorable		62
Tableau C.1 – Efficacité de couplage normalisée théorique		68
Tableau F.1 – Pondérations de <i>DMD</i>		75
Tableau F.2 – Pondérations de <i>DMD</i>		76

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

FIBRES OPTIQUES –

Partie 1-49: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Retard différentiel de mode

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de l'IEC, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente publication de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence

La Norme internationale IEC 60793-1-49 a été établie par le sous-comité 86A: Fibres et câbles, du comité d'études 86 de l'IEC: Fibres optiques.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 2006 dont elle constitue une révision technique.

La présente édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

- a) un meilleur alignement sur l'objectif initial en remédiant à certaines omissions pour améliorer la rigueur des mesures;

- b) la mesure des fibres avec un plus petit retard différentiel de mode (et une plus grande largeur de bande modale) telles que des fibres de type A1a.3 de l'IEC 60793-2-10 [1]¹ utilisées pour construire des câbles de catégorie de performance OM4, de nouvelles exigences sur la spécification de l'amplitude du détecteur et de la réponse temporelle, les conditions de déploiement des spécimens, le balayage des quatre quadrants et l'uniformité des emplacements radiaux pour calculer la largeur de bande.

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

CDV	Rapport de vote
86A/1812/CDV	86A/1860/RVC

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

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Cette Norme internationale doit être lue conjointement avec l'IEC 60793-1-1:2017.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60793, publiées sous le titre général *Fibres optiques*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

¹ Les chiffres entre crochets se réfèrent à la Bibliographie.

FIBRES OPTIQUES –

Partie 1-49: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Retard différentiel de mode

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60793 s'applique uniquement aux fibres multimodales à cœur en verre à gradient d'indice (catégorie A1). Cette méthode d'essai, qui est généralement utilisée dans les installations de production et de recherche, n'est pas facilement réalisée sur le terrain.

Le présent document décrit une méthode de caractérisation de la structure modale d'une fibre multimodale à gradient d'indice. Cette information est utile pour évaluer les performances de largeur de bande d'une fibre, en particulier lorsque la fibre est destinée à supporter une plage de conditions d'injection, par exemple celles produites par les émetteurs lasers normalisés.

Avec cette méthode, la sortie d'une fibre sonde qui est unimodale à la longueur d'onde d'essai excite la fibre multimodale en essai. Le champ de la sonde balaye la face d'extrémité de la fibre en essai à des positions radiales spécifiées et un ensemble d'impulsions en réponses sont acquises à ces positions.

Trois paramètres spécifiés peuvent être dérivés de l'ensemble de données collecté.

- Le premier paramètre, le retard différentiel de mode (*DMD: Differential Modal Delay*), est la différence de temps de propagation de l'impulsion optique entre les groupes de mode les plus rapides et les plus lents de la fibre en essai. Les spécifications de *DMD* placent des limites sur le retard de mode sur une plage spécifiée de positions de décalage radial d'une fibre sonde. Les spécifications de *DMD* sont déterminées par modélisation et expérimentation pour correspondre à une largeur de bande modale efficace (*EMB: Effective Modal Bandwidth*) minimale pour la gamme d'émetteurs attendue utilisée dans une liaison à un niveau de performance donné.
- Le deuxième paramètre spécifiés est obtenu en combinant les impulsions en utilisant des jeux de pondérations radiales spécifiques pour déterminer une approximation d'un ensemble d'impulsions provenant d'émetteurs typiques. En utilisant des transformées de Fourier, la largeur de bande modale efficace calculée (EMB_c) est déterminée pour chaque jeu de pondérations. Le minimum de ces valeurs d' EMB_c ($minEMB_c$) est le paramètre spécifiés.
- Le troisième paramètre spécifiés, la largeur de bande à injection saturée (*OMB: Overfilled Launch Bandwidth*) calculée, OMB_c , est déterminé de manière semblable à l' EMB_c , mais en appliquant un seul jeu de pondérations à l'ensemble d'impulsions; ce jeu de pondérations correspond à la condition de saturation, où tous les groupes de mode sont uniformément excités.

L'essai a pour objectif de quantifier les effets des interactions de la structure modale d'une fibre et des caractéristiques modales d'une source, à l'exclusion des interactions spectrales de la source avec la dispersion chromatique de la fibre. L'ajout des effets de la dispersion chromatique d'une fibre et de la caractéristique spectrale d'une source réduit la largeur de bande de transmission globale, mais il s'agit d'un calcul séparé dans la plupart des modèles de transmission. Dans cet essai, la contribution de la dispersion chromatique est commandée en limitant la largeur spectrale des sources d'essai utilisables. Dans la pratique, la largeur spectrale des sources d'essai est différente de zéro, ce qui fausse légèrement les valeurs DMD , $minEMB_c$ et OMB_c . Ces effets de dispersion chromatiques sont présentés à l'Annexe A.

NOTE Comparaison entre IEC 60793-1-49 et les recommandations UIT: la recommandation UIT-T G.650.1 [2] ne contient aucune information sur la façon de mesurer le *DMD* d'une fibre multimodale à gradient d'indice.

2 Références normatives

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

IEC 60793-1-1:2017, *Optical fibres – Part 1-1: Measurement methods and test procedures – General and guidance* (disponible en anglais seulement)

IEC 60793-1-22, *Fibres optiques – Partie 1-22: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Mesure de la longueur*

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

IEC 60793-1-45, *Fibres optiques – Partie 1-45: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Diamètre du champ de mode*

IEC 60825-1, *Sécurité des appareils à laser – Partie 1: Classification des matériels et exigences*

IEC 60825-2, *Sécurité des appareils à laser – Partie 2: Sécurité des systèmes de télécommunication par fibres optiques (STFO)*

IEC 61280-1-4, *Procédures d'essai des sous-systèmes de télécommunications à fibres optiques – Partie 1-4: Sous-systèmes généraux de télécommunication – Méthode de mesure du flux inscrit de la source lumineuse*