



IEC 60793-1-42

Edition 2.0 2007-04

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

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

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

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX



ICS 33.180.10

ISBN 2-8318-9204-X

CONTENTS

FOREWORD.....	4
1 Scope.....	6
2 Normative references	7
3 Overview of methods	7
3.1 Method A, phase shift.....	7
3.2 Method B, spectral group delay in the time domain.....	7
3.3 Method C, differential phase shift	7
3.4 Method D, interferometry.....	8
4 Reference test methods.....	8
4.1 Category A1 and category A4f, A4g and A4h multimode fibres	8
4.2 Class B single-mode fibres	8
5 Apparatus.....	8
5.1 Launch optics	8
5.2 High-order mode filter (single-mode)	8
5.3 Input positioning apparatus	9
5.4 Output positioning apparatus.....	9
5.5 Computation equipment.....	9
6 Sampling and specimens.....	9
6.1 Specimen length.....	9
6.2 Specimen end face.....	9
6.3 Reference fibre	9
7 Procedure	9
8 Calculations	10
8.1 Category A1 and A4f, A4g, A4h multimode and B1.1 and B1.3 single-mode fibres.....	10
8.2 Category B1.2 single-mode fibres.....	10
8.3 Category B2 single-mode fibres.....	10
8.4 Category B4 and B5 single-mode fibres.....	11
9 Results	11
10 Specification information	11
Annex A (normative) Requirements specific to method A, phase-shift.....	12
Annex B (normative) Requirements specific to method B, spectral group delay in the time domain.....	17
Annex C (normative) Requirements specific to method C, differential phase-shift	21
Annex D (normative) Requirements specific to method D, interferometry	26
Annex E (normative) Chromatic dispersion fitting.....	30
Figure A.1 – Chromatic dispersion measurement set, multiple laser system (typical)	13
Figure A.2 – Typical delay and dispersion curves.....	13
Figure A.3 – Chromatic dispersion measurement set, LED system (typical)	15
Figure B.1 – Block diagram, fibre Raman laser system	18
Figure B.2 – Block diagram, multiple laser diode system.....	18

Figure C.1 – Chromatic differential phase dispersion measurement set, multiple laser system 22

Figure C.2 – Chromatic differential phase dispersion measurement set, LED system 23

Figure C.3 – Chromatic dispersion measurement set, differential phase by dual wavelength method 23

Figure C.4 – Chromatic dispersion measurement set, differential phase by double demodulation 24

Figure D.1 – Fibre chromatic dispersion test set – Interferometry by fibre reference path 28

Figure D.2 – Fibre chromatic dispersion test set – Interferometry by air reference path..... 28

Figure D.3 – Examples of delay data 29

Table E.1 – Definition of fit types and fit coefficients; equations for group delay and dispersion coefficient 30

Table E.2 – Slope equations 30

Table E.3 – Zero-dispersion wavelength and slope equations 31

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

OPTICAL FIBRES –

Part 1-42: Measurement methods and test procedures – Chromatic dispersion

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 provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 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 60793-1-42 has been prepared by subcommittee 86A: Fibres and cables, of IEC technical committee 86: Fibre optics.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 2001. It constitutes a technical revision. The main changes in this second edition concern the addition of a new Annex E on chromatic dispersion fitting and the applicability to A4 fibres.

This bilingual version replaces the monolingual version (2007) and its corrigendum (2007).

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

This bilingual version, published in 2007-04, corresponds to the English version.

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

FDIS	Report on voting
86A/1136/FDIS	86A/1146/RVD

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

The French version of this standard has not been voted upon.

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

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

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

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

OPTICAL FIBRES –

Part 1-42: Measurement methods and test procedures – Chromatic dispersion

1 Scope

This part of IEC 60793 establishes uniform requirements for measuring the chromatic dispersion of optical fibre, thereby assisting in the inspection of fibres and cables for commercial purposes.

Chromatic dispersion varies with wavelength. Some methods and implementations measure the group delay as a function of wavelength and the chromatic dispersion and dispersion slope are deduced from the derivatives (with respect to wavelength) of this data. This differentiation is most often done after the data are fitted to a mathematical model. Other implementations can allow direct measurement (of the chromatic dispersion) at each of the required wavelengths.

For some categories of fibre, the chromatic dispersion attributes are specified with the parameters of a specific model. In these cases, the relevant recommendation or standard defines the model appropriate for the definition of the specified parameters. For other fibre categories, the dispersion is specified to be within a given range for one or more specified wavelength intervals. In the latter case, either direct measurements may be made at the wavelength extremes or some fitting model may be used to allow either group delay measurement methods or implementations or storage of a reduced set of parameters that may be used to calculate the interpolated dispersion for particular wavelengths which may not have actual direct measurement values.

Annex E gives a general description of chromatic dispersion fitting and outlines a number of fitting equations suitable for use with any of the measurement methods or fibre categories.

This standard gives four methods for measuring chromatic dispersion:

- method A: phase shift;
- method B: spectral group delay in the time domain;
- method C: differential phase shift;
- method D: interferometry.

Methods A, B, and C apply to the measurement of chromatic dispersion of the following fibres over a specified wavelength range:

- class A1 graded-index multimode fibres;
- category A4f, A4g and A4h multimode fibres;
- class B single-mode fibres (all categories).

Method D applies to the measurement of chromatic dispersion values of single-mode fibres categories B1, B2, B4 and B5 over the 1 000 nm to 1 700 nm wavelength range.

The methods can be applied to laboratory, factory and field measurements of chromatic dispersion, and the wavelength range of the measurements can be tailored as required. Measurements are made at temperature as stated in IEC 60793-1-1, Table 1 – Standard range of atmospheric conditions (Temperature $23\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$).

The methods are suitable for fibre or cable lengths greater than 1 km. They may also be applied to shorter lengths, but accuracy and repeatability may be compromised. Method D is the preferred method for shorter piece fibres (1 m to 10 m).

Information common to all methods is contained in Clauses 1-8, and information pertaining to each individual method appears in Annexes A, B, C, and D, respectively.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application 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 60793-1-1:2002, *Optical fibres – Part 1-1: Measurement methods and test procedures – General and guidance*

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	34
1 Domaine d'application et objet.....	36
2 Références normatives.....	37
3 Vue d'ensemble des méthodes.....	37
3.1 Méthode A, déphasage.....	37
3.2 Méthode B, temps de propagation de groupe spectral dans le domaine temporel.....	37
3.3 Méthode C, déphasage différentiel.....	38
3.4 Méthode D, interférométrie.....	38
4 Méthodes de mesure de référence.....	38
4.1 Fibres multimodales de catégorie A1 et de catégories A4f, A4g et A4h.....	38
4.2 Fibres unimodales de classe B.....	38
5 Appareillage.....	38
5.1 Composants optiques d'injection.....	39
5.2 Filtre de mode d'ordre supérieur (fibres unimodales).....	39
5.3 Appareillage du positionnement de l'entrée.....	39
5.4 Appareillage du positionnement de la sortie.....	39
5.5 Equipement de calcul.....	39
6 Echantillonnage et échantillons soumis à essai.....	39
6.1 Longueur de l'échantillon à l'essai.....	39
6.2 Face d'extrémité de l'échantillon à l'essai.....	40
6.3 Fibre de référence.....	40
7 Procédure.....	40
8 Calculs.....	40
8.1 Fibres multimodales de catégorie A1 et de catégories A4f, A4g, A4h et fibres unimodales de catégories B1.1 et B1.3.....	41
8.2 Fibres unimodales de catégorie B1.2.....	41
8.3 Fibres unimodales de catégorie B2.....	41
8.4 Fibres unimodales des catégories B4 et B5.....	42
9 Résultats.....	42
10 Informations à mentionner dans la spécification.....	42
Annexe A (normative) Exigences spécifiques à la méthode A, déphasage.....	43
Annexe B (normative) Exigences spécifiques à la méthode B, temps de propagation de groupe spectral dans le domaine temporel.....	49
Annexe C (normative) Exigences spécifiques à la méthode C, déphasage différentiel.....	53
Annexe D (normative) Exigences spécifiques à la méthode D, interférométrie.....	59
Annexe E (normative) Modélisation de la dispersion chromatique.....	63
Figure A.1 – Montage de mesure de dispersion chromatique, système à diodes laser multiples (exemple type).....	44
Figure A.2 – Courbes typiques des temps de propagation et des dispersions.....	44
Figure A.3 – Montage de mesure de dispersion chromatique, système à diodes électroluminescentes (exemple type).....	46

Figure B.1 – Schéma fonctionnel, système laser à fibre Raman	50
Figure B.2 – Schéma fonctionnel, système à diodes laser multiples	50
Figure C.1 – Montage de mesure de dispersion chromatique de phase différentielle, système à lasers multiples	55
Figure C.2 – Montage de mesure de dispersion chromatique de phase différentielle, système à diodes électroluminescentes	55
Figure C.3 – Montage de mesure de dispersion chromatique, phase différentielle par la méthode à double longueur d'onde	56
Figure C.4 – Montage de mesure de dispersion chromatique, phase différentielle par double démodulation.....	56
Figure D.1 – Système d'essai de la dispersion chromatique des fibres – Interférométrie par trajet de référence dans la fibre	61
Figure D.2 – Système d'essai de la dispersion chromatique des fibres – Interférométrie par trajet de référence dans l'air	61
Figure D.3 – Exemples de données de temps de propagation	62
Tableau E.1 – Définition des types de modélisation et des coefficients de modélisation; équations pour le temps de propagation de groupe et le coefficient de dispersion	63
Tableau E.2 – Equations de pente	64
Tableau E.3 – Longueur d'onde de dispersion nulle et équations de pente	64

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

FIBRES OPTIQUES –

Part 1-42: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Dispersion chromatique

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) 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, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). 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 de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI 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 la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 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 la CEI, 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 la CEI, 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 la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, 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 la CEI 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 60793-1-42 a été établie par le sous-comité 86A: Fibres et câbles, du comité d'études 86 de la CEI: Fibres optiques.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 2001 et constitue une révision technique. Les changements principaux de cette deuxième édition concernent l'addition d'une nouvelle Annexe E sur la modélisation de la dispersion chromatique et sur l'applicabilité aux fibres A4.

La présente norme doit être lue conjointement avec la CEI 60793-1.

Cette version bilingue remplace la version monolingue anglaise (2007) et son corrigendum (2007).

La présente version bilingue, publiée en 2007-04, correspond à la version anglaise.

Le texte de cette norme est basé sur les documents 86A/1136/FDIS et 86A/1146/RVD. Le rapport de vote 86A/1146/RVD donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

La version française de cette norme n'a pas été soumise au vote.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la CEI 60793, sous le titre général *Fibres optiques*, est disponible sur le site web de la CEI.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date du résultat de la maintenance indiquée sur le site web de la CEI à l'adresse suivante: "<http://webstore.iec.ch>", dans les données liées à la publication spécifique. A cette date, la publication sera:

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

FIBRES OPTIQUES –

Part 1-42: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Dispersion chromatique

1 Domaine d'application et objet

La présente partie de la CEI 60793 établit des exigences uniformes pour la mesure de la dispersion chromatique des fibres optiques, contribuant ainsi au contrôle des fibres et des câbles dans les relations commerciales.

La dispersion chromatique varie en fonction de la longueur d'onde. Certaines méthodes et techniques mesurent le temps de propagation de groupe en fonction de la longueur d'onde, et la dispersion chromatique et la pente de la dispersion sont déduites des dérivées (par rapport à la longueur d'onde) de ces données. Cette différenciation est plus souvent réalisée après représentation des données par un modèle mathématique. D'autres techniques peuvent permettre la mesure directe (de la dispersion chromatique) à chacune des longueurs d'ondes exigées.

Pour certaines catégories de fibres, les attributs de la dispersion chromatique sont spécifiés avec les paramètres d'un modèle spécifique. Dans ces cas, la recommandation ou la norme correspondante définit le modèle approprié pour la définition des paramètres spécifiés. Pour les autres catégories de fibres, la dispersion est spécifiée pour se situer dans une plage donnée pour un ou plusieurs intervalles de longueurs d'ondes spécifiés. Dans ce dernier cas, des mesures directes peuvent être réalisées aux extrêmes de longueurs d'ondes ou un modèle de représentation peut être utilisé, soit pour permettre des méthodes ou des techniques de mesure du temps de propagation de groupe, soit pour permettre le stockage d'un ensemble réduit de paramètres pouvant être utilisés pour calculer la dispersion par interpolation pour des longueurs d'ondes particulières qui peuvent ne pas avoir de valeurs de mesure directe réelles.

L'Annexe E donne une description générale de la modélisation de la dispersion chromatique et présente un certain nombre d'équations de modélisation pouvant être utilisées avec toutes les méthodes de mesure ou toutes les catégories de fibres.

Le présent document donne quatre méthodes relatives à la mesure de la dispersion chromatique:

- méthode A: déphasage ;
- méthode B: temps de propagation de groupe spectral dans le domaine temporel ;
- méthode C: déphasage différentiel ;
- méthode D: interférométrie.

Les méthodes A, B et C s'appliquent à la mesure de la dispersion chromatique des fibres suivantes dans la plage de longueurs d'ondes spécifiée:

- fibres multimodales à gradient d'indice de classe A1;
- fibres multimodales de catégories A4f, A4g et A4h;
- fibres unimodales de classe B (toutes catégories).

La méthode D s'applique à la mesure des valeurs de la dispersion chromatique des fibres unimodales de catégories B1, B2, B4 et B5 dans la plage de longueurs d'ondes de 1 000 nm à 1 700 nm.

Ces méthodes peuvent être appliquées à des mesures de dispersion chromatique effectuées en laboratoire, en usine et sur site, et la plage de longueurs d'ondes des mesures peut être adaptée aux besoins. Les mesures sont faites à la température indiquée dans la CEI 60793-1-1, Tableau 1 – Gamme standard des conditions atmosphériques (Température $23\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$).

Ces méthodes sont appropriées à des longueurs de fibres ou de câbles supérieures à 1 km. Elles peuvent aussi être appliquées à des longueurs plus courtes, mais précision et répétabilité peuvent être compromises. La méthode D est la méthode préférentielle pour des fibres de longueur plus courte (1 m à 10 m).

Les informations communes à toutes ces méthodes sont contenues dans les Articles 1 à 8 et les informations propres à chaque méthode individuelle apparaissent respectivement dans les Annexes A, B, C et D.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application 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).

CEI 60793-1-1:2002: *Fibres optiques – Partie 1-1: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Généralités et guide*

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