

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61744

Deuxième édition
Second edition
2005-09

**Etalonnage des ensembles d'essai
de la dispersion chromatique
des fibres optiques**

**Calibration of fibre optic chromatic
dispersion test sets**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 61744:2005

Numérotation des publications

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

Editions consolidées

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

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

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

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

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

- IEC Just Published

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

- Service clients

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

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

Publication numbering

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

Consolidated editions

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

Further information on IEC publications

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

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

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

- IEC Just Published

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

- Customer Service Centre

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

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

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61744

Deuxième édition
Second edition
2005-09

**Etalonnage des ensembles d'essai
de la dispersion chromatique
des fibres optiques**

**Calibration of fibre optic chromatic
dispersion test sets**

© IEC 2005 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, 3, rue de Varembé, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: inmail@iec.ch Web: www.iec.ch



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE **XA**

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	6
0 Introduction	10
0.1 Dispersion chromatique dans les fibres optiques	10
0.2 Ensembles d'essai de la dispersion chromatique (CD)	10
0.3 Vue d'ensemble des procédures d'étalonnage décrites dans la présente norme	10
1 Domaine d'application	14
2 Références normatives	14
3 Termes et définitions	16
4 Etalonnage	28
4.1 Justification pour l'étalonnage des ensembles d'essai CD	28
4.2 Préparation pour l'étalonnage	32
4.3 Procédure d'étalonnage	34
4.4 Procédure de vérification de l'étalonnage	36
5 Procédure d'étalonnage de la longueur d'onde	36
5.1 Généralités	36
5.2 Sources discrètes	38
5.3 Sources accordables	38
5.4 Incertitudes et rapport	44
6 Procédure d'étalonnage du retard [dispersion]	44
6.1 Généralités	44
6.2 Equipement et préparation	44
6.3 Procédure d'étalonnage	48
6.4 Incertitudes et rapport	50
7 Procédure de vérification de l'étalonnage	50
7.1 Généralités	50
7.2 Equipement et préparation	52
7.3 Procédure	52
7.4 Incertitudes et rapport	54
7.5 Génération de fibres enfants de référence	54
8 Documentation	56
8.1 Spécifications, données de mesure et incertitudes	56
8.2 Information de traçabilité	58
Annexe A (normative) Bases mathématiques	60
Annexe B (normative) Evaluation des incertitudes de fonctionnement	70
Annexe C (informative) Dispersion chromatique	86
Annexe D (informative) Compensation d'étalonnage de l'ensemble d'essai CD	94
Annexe E (informative) Longueur d'onde dans le vide et dans l'air	100
Bibliographie	106

CONTENTS

FOREWORD	7
0 Introduction.....	11
0.1 Chromatic dispersion in optical fibres	11
0.2 Chromatic dispersion (CD) test sets	11
0.3 Overview of calibration procedures described in this standard	11
1 Scope	15
2 Normative references.....	15
3 Terms and definitions.....	17
4 Calibration	29
4.1 Rationale for calibration of CD test sets	29
4.2 Preparation for calibration	33
4.3 Calibration procedure.....	35
4.4 Calibration checking procedure	37
5 Wavelength calibration procedure	37
5.1 General	37
5.2 Discrete sources.....	39
5.3 Tunable sources	39
5.4 Uncertainties and reporting	45
6 Delay [dispersion] calibration procedure	45
6.1 General	45
6.2 Equipment and preparation	45
6.3 Calibration procedure.....	49
6.4 Uncertainties and reporting	51
7 Calibration checking procedure	51
7.1 General	51
7.2 Equipment and preparation	53
7.3 Procedure.....	53
7.4 Uncertainties and reporting	55
7.5 Generation of infant reference fibre.....	55
8 Documentation.....	57
8.1 Specifications, measurement data and uncertainties	57
8.2 Traceability information.....	59
Annex A (normative) Mathematical basis	61
Annex B (normative) Assessment of operational uncertainties	71
Annex C (informative) Chromatic dispersion	87
Annex D (informative) CD test set calibration compensation	95
Annex E (informative) Vacuum and air wavelength.....	101
Bibliography	107

Figure 1 – Chaîne d'étalonnage typique des ensembles d'essai CD	18
Figure 2 – Artéfact typique de ligne de retard optique pour l'étalonnage du retard d'un ensemble d'essai CD	46
Figure 3 – Simulateur typique de retard [dispersion] différentiel pour l'étalonnage d'un ensemble d'essai CD	48
Figure 4 – Comparaison de fibres de référence	54
Figure 5 – Génération d'une fibre de référence	54
Figure A.1 – Ecart et incertitude de type B, et comment remplacer chacune par une incertitude plus grande de manière appropriée	64
Figure C.1 – Diagramme schématique d'un ensemble d'essai CD	88
Figure E.1 – Dispersion et longueur d'onde dans l'air et dans le vide	102

This document is a preview generated by EVS

Figure 1 – Typical calibration chain for CD test sets.....	19
Figure 2 – Typical optical delay line artefact for CD test set delay calibration	47
Figure 3 – Typical differential delay [dispersion] simulator for CD test set calibration.....	49
Figure 4 – Reference fibre comparison	55
Figure 5 – Generation of a reference fibre	55
Figure A.1 – Deviation and uncertainty type B, and how to replace both by an appropriately larger uncertainty	65
Figure C.1 – Schematic diagram of a CD test set.....	89
Figure E.1 – Dispersion and air and vacuum wavelength.....	103

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ETALONNAGE DES ENSEMBLES D'ESSAI DE LA DISPERSION CHROMATIQUE DES FIBRES OPTIQUES

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 61744 a été établie par le Comité d'études 86: Fibres optiques.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 2001. Cette édition constitue une révision technique. La modification principale consiste dans l'ajout de la référence à la longueur d'onde dans le vide. Cette référence est essentielle pour une production, une mesure et une vente des produits appropriée dans les applications émergentes dans le marché des fibres optiques tel que les systèmes à multiplexage dense en longueur d'onde (DWDM).

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
86/236/FDIS	86/240/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

CALIBRATION OF FIBRE OPTIC CHROMATIC DISPERSION TEST SETS

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 61744 has been prepared by IEC technical committee 86: Fibre optics.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 2001. This edition constitutes a technical revision. The principal change is the addition of reference to wavelength in vacuum. This reference is critical for accurate production, measurement and sale of products in the emerging market applications of fibre optics such as dense wavelength division multiplexing (DWDM) systems.

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

FDIS	Report on voting
86/236/FDIS	86/240/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.

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

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de maintenance indiquée sur le site web de la CEI sous «<http://webstore.iec.ch>» dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

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

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

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.

0 Introduction

0.1 Dispersion chromatique dans les fibres optiques

La dispersion chromatique est la variation de la longueur d'onde de la lumière optique en fonction du temps de propagation de la lumière sur la longueur de la fibre. Cette variation peut entraîner une limitation de la largeur de bande de la fibre lorsqu'elle est utilisée pour transmettre des signaux de communication. Pour une explication plus précise, se référer à l'Annexe C et à la CEI 60793-1-1.

0.2 Ensembles d'essai de la dispersion chromatique (CD)

Les ensembles d'essai de dispersion chromatique (CD) sont utilisés pour mesurer les propriétés de la dispersion chromatiques des fibres optiques et comprenant typiquement une source optique de longueur(s) d'onde connue(s), des moyens de couplage d'entrée et de sortie de lumière pour une fibre, des moyens de détection optique, et des moyens optiques et électroniques pour déterminer le retard ou la dispersion optique pour la longueur d'onde de la source. Il existe plusieurs variantes, chacune exigeant des techniques d'étalonnage légèrement différentes. Se référer à l'Annexe C pour des précisions supplémentaires.

En général, les ensembles d'essai CD produisent une sortie du retard ou de la dispersion de la fibre en fonction de la longueur d'onde de la lumière, typiquement sous forme graphique. Ainsi, la longueur d'onde constitue l'axe x et la dispersion ou le retard constitue l'axe y.

0.3 Vue d'ensemble des procédures d'étalonnage décrites dans la présente norme

L'exigence d'étalonnage de l'ensemble d'essai CD, traçable à des étalons connus, est essentielle pour contrôler la qualité dans la production des fibres optiques, dans la recherche de fibres et dans les activités similaires. La présente norme décrit les procédures particulières utilisées pour établir l'étalonnage d'un ensemble d'essai CD.

L'étalonnage d'un ensemble d'essai CD est établi en appliquant des artéfacts ou des étalons connus (eux-mêmes étalonnés à des étalons de référence) à l'ensemble d'essai CD, en mesurant sa réponse et en ajustant (corrigeant) l'ensemble d'essai CD afin d'atteindre les résultats qui correspondent aux étalons utilisés. De cette façon, les résultats des ensembles d'essais CD pourront être amenés à un bon accord avec d'autres ensembles d'essai CD également étalonnés de la manière décrite dans la présente norme.

Les artéfacts ou les étalons principalement utilisés sont les suivants:

- a) le(s) artéfact(s) de longueur d'onde utilisé(s) pour étalonner la (les) longueur(s) d'onde de la source de lumière utilisée(s) par l'ensemble d'essai CD. Ceci permet d'établir la longueur d'onde correcte d'excitation pour le système (l'axe x) de façon à déterminer ensuite le retard correct ou la dispersion correcte (l'axe y);
- b) le(s) artéfact(s) de retard ou de dispersion utilisé(s) pour étalonner la réponse du retard ou de la dispersion de l'ensemble d'essai CD (l'axe y).

L'étalonnage ne peut être réalisé qu'en utilisant ces artéfacts. Une fois l'étalonnage terminé, une période d'étalonnage est définie sur laquelle l'ensemble d'essai CD est considéré comme rester étalonné. A la fin de cette période, il serait nécessaire d'établir si l'étalonnage de l'ensemble d'essai CD exige une mise à jour (modification); ceci peut être réalisé en utilisant les artéfacts décrits au-dessus ou en utilisant une fibre connue normalisée (fibre de référence) dont la dispersion chromatique est connue. Ceci est désigné comme une vérification de l'étalonnage. La fibre forme une source stable de dispersion connue et peut être utilisée comme un simple artéfact de dispersion.

S'il est trouvé que l'étalonnage n'a pas changé à l'intérieur des limites d'incertitude exigée, alors il est possible de simplement prolonger de nouveau la période d'étalonnage d'une quantité définie.

0 Introduction

0.1 Chromatic dispersion in optical fibres

Chromatic dispersion is the variation with optical light wavelength of the light propagation delay time in a length of fibre. This variation can cause bandwidth limitation in the fibre when used to transmit communication signals. For a more detailed explanation, refer to Annex C and IEC 60793-1-1.

0.2 Chromatic dispersion (CD) test sets

CD test sets are used to measure the chromatic dispersion properties of optical fibres and typically comprise an optical source of known wavelength(s), a fibre light input coupling and output coupling means, optical detection means, and electronic or optical means of determining the optical delay or dispersion at the source wavelength. There are several variants each requiring slightly different calibration techniques. Refer to Annex C for further details.

In general, all CD test sets produce an output of fibre delay or dispersion versus the light wavelength, typically in graphical form. Thus, wavelength constitutes the 'x-axis' and delay or dispersion the 'y-axis'.

0.3 Overview of calibration procedures described in this standard

The requirement to calibrate the CD test set, traceable to known standards, is essential for quality control in fibre optic production, fibre research and similar activities. This standard describes the detailed procedures used to establish calibration of a CD test set.

Calibration of a CD test set is established by applying known artefacts or standards (themselves calibrated to reference standards) to the CD test set, measuring its response and adjusting (correcting) the CD test set to achieve results that match the standards used. In this way the CD test set results will be brought to close agreement with other CD test sets also calibrated in the manner described in this standard.

Primarily the artefacts or standards used are as follows:

- a) wavelength artefact(s) used to calibrate the light source wavelength(s) used by the CD test set. This is to establish the correct excitation wavelength for the system (the 'x-axis') in order that the correct delay or dispersion (the 'y-axis') be determined subsequently;
- b) delay or dispersion artefact(s) used to calibrate the delay or dispersion response of the CD test set (the 'y-axis').

Calibration can only be carried out using these artefacts. After a calibration has been completed, a calibration period is defined over which the CD test set is deemed to remain calibrated. At the end of this period, it would be necessary to establish if the CD test set calibration requires updating (changing); this can be performed using the artefact described above, or by use of a known standard fibre (reference fibre) whose chromatic dispersion is known. This is referred to as calibration checking. The fibre forms a stable source of known dispersion and may be used as a simple dispersion artefact.

If it is found that the calibration has not changed within the required uncertainty limits, then it is possible to simply extend the calibration period again by a defined amount.

Si, toutefois, il est trouvé que les résultats de mesure de l'ensemble d'essai CD ont changé, de manière significative, par rapport aux exigences de l'utilisateur (c'est-à-dire que l'ensemble d'essai a dérivé), alors il convient que l'étalonnage (s'il n'a toujours pas été réalisé à cette date) soit réalisé en utilisant les artéfacts et l'étalonnage renouvelé.

La justification ci-dessus assure que l'étalonnage de l'ensemble d'essai CD n'est réalisé qu'en utilisant des étalons connus (artéfacts), mais que si l'ensemble d'essai CD est suffisamment stable sur la période d'étalonnage sélectionnée, alors une simple vérification de l'étalonnage peut suffire pour s'assurer de cela et pour (justifier) permettre la prolongation de la période d'étalonnage. La prolongation peut être répétée indéfiniment sur plusieurs périodes d'étalonnage, pourvu que l'ensemble d'essai CD puisse rester à l'intérieur des limites d'incertitude sur l'ensemble complet des périodes d'étalonnage.

Pour être considéré comme étalonné et conforme à la présente norme, un ensemble d'essai CD doit avoir son étalonnage ajusté et basé sur la comparaison à des artéfacts pour les paramètres principaux de longueur d'onde et de retard [dispersion]. Dans tous les cas, cet étalonnage des paramètres principaux est nécessaire, mais peut ou non être suffisant pour assurer l'étalonnage de l'ensemble d'essai CD en conformité avec les exigences relatives aux incertitudes.

De plus, il peut aussi être nécessaire de confirmer ou de compenser l'état d'étalonnage d'un ensemble d'essai CD en utilisant une fibre étalonnée de référence. La compensation de l'étalonnage de l'ensemble d'essai CD est expliquée de façon détaillée dans l'Annexe D. Il convient de noter que l'utilisation d'une seule fibre étalonnée de référence n'est pas suffisante pour assurer l'étalonnage d'un ensemble d'essai CD.

Il convient aussi de noter que, lorsqu'un ensemble d'essai CD étalonné subit une compensation d'étalonnage qui utilise une fibre étalonnée de référence, le domaine d'application et l'étendue de cet étalonnage sont limités aux conditions utilisées au moment de la compensation de l'étalonnage (c'est-à-dire longueur d'onde, type de fibre, régime de perte, etc.). Il convient de veiller que les ensembles d'essai étalonnés et compensés de cette manière soient utilisés uniquement à l'intérieur des limites appropriées de leur mesure d'étalonnage. Les ajustements exigés pour effectuer la compensation sur un ensemble de longueurs d'onde pour un type de fibre peuvent augmenter l'incertitude de mesure des autres types de fibres ayant des longueurs d'onde de dispersion minimales différentes.

Dans la présente norme, le média de référence pour la longueur d'onde et la vitesse de la lumière est supposée être dans l'air normal. Cependant, puisque la vitesse de la lumière dans l'air (ou plutôt l'indice de réfraction de l'air) dépend de la pression barométrique, de l'humidité et de la température, il est quelquefois avantageux de faire référence à la vitesse de la lumière dans le vide, et en conséquence de fixer l'indice de réfraction = 1,0000000. Ce qui conduit à un léger décalage de l'échelle des longueurs d'onde de l'ordre de 0,3 nm à 0,4 nm selon la valeur de la longueur d'onde, entre la longueur d'onde appelée «dans l'air» (comme indiqué dans cette norme) et la longueur d'onde dans le vide, également appelée «longueur d'onde dans le vide».

La longueur d'onde dans le vide est typiquement utilisée lorsqu'un contrôle très précis de la dispersion est exigé, comme c'est le cas dans des systèmes de câbles à fibres pour des grandes distances ou sous-marin. Les ensembles d'essai CD pour la mesure des fibres utilisées dans ces applications sont généralement étalonnés à la longueur d'onde dans le vide, c'est-à-dire en utilisant un ondemètre, ou par une correction mathématique des résultats obtenus avec un étalonnage de la longueur d'onde en air intérieur.

L'Annexe E est destinée à permettre à l'utilisateur de se familiariser avec la conversion à partir de la longueur d'onde dans l'air et des corrections mathématiques qui s'appliquent.

If, however, it is found that the CD test set measurement results have changed significantly compared to the user requirements (i.e. the test set has drifted), then calibration using the artefacts (if not already carried out at this time) should be carried out and the calibration renewed.

The above rationale ensures that the CD test set calibration is only ever performed using known standards (artefacts), but that if the CD test set is sufficiently stable over the calibration period selected, then a simple check of calibration can suffice to ascertain this and to (justify) allow the extension of the calibration period. The extension can be repeated indefinitely over many calibration periods, provided the CD test set continues to remain within uncertainty limits over the entire set of calibration periods.

In order to be considered calibrated and in conformance with this standard, a CD test set must have its calibration adjusted based on comparison to artefacts for the primary parameters of wavelength and delay [dispersion]. In all cases, this calibration of primary parameters is necessary, but may or may not be sufficient, to ensure calibration of the CD test set to the required uncertainty.

In addition, it may be necessary to also confirm or compensate the calibration state of a CD test set using a calibrated reference fibre. The CD test set calibration compensation is explained more fully in Annex D. It should be noted that use of a calibrated reference fibre alone is not sufficient to ensure calibration of a CD test set.

It should also be noted that if a calibrated CD test set undergoes calibration compensation using a calibrated reference fibre, the scope and extent of its calibration is limited to the conditions used at the time of calibration compensation (i.e. wavelength, fibre type, loss regime, etc.) Care should be exercised that test sets calibrated and compensated in this manner are used only within the appropriate limits of their calibration extent. The adjustments required to effect compensation on one set of wavelengths for one fibre type may increase the uncertainty of measurement of other fibre types with different minimum dispersion wavelengths.

In this document, the reference medium for wavelength and the velocity of light is assumed to be in normal air. However, since the velocity of light in air (or rather, the refractive index of air) is dependent on barometric pressure, humidity and temperature, it is sometime advantageous to reference the velocity of light in vacuum, and hence define the refractive index = 1,0000000. This leads to a slight shift in the wavelength scale of the order of 0,3 nm to 0,4 nm depending on the wavelength value, between the so-called “wavelength in air” (as assumed in this document) and the wavelength in vacuum, also called “vacuum wavelength”.

Vacuum wavelength is typically used where very accurate dispersion control is required such as in long-haul or submarine fiber cable systems. CD test sets for measuring fibers used in these applications are typically calibrated to vacuum wavelength, e.g. using a wavemeter, or by mathematical correction of results obtained with an internal air wavelength calibration.

In order that the user be familiar with the conversion from air wavelength and the mathematical corrections involved, an informative annex, Annex E, is provided.

ETALONNAGE DES ENSEMBLES D'ESSAI DE LA DISPERSION CHROMATIQUE DES FIBRES OPTIQUES

1 Domaine d'application

La présente Norme Internationale fournit des procédures normalisées pour l'étalonnage des ensembles d'essai de la dispersion chromatique (CD) des fibres optiques. Elle fournit également des procédures pour réaliser la vérification de l'étalonnage sur des ensembles d'essai CD pour lesquels une prolongation de la période d'étalonnage de l'ensemble d'essai peut être obtenue.

La présente norme est applicable à tous les types d'ensembles d'essai CD, à l'exception des mesures sur des fibres optiques multimodales.

La présente norme a pour objet de définir une procédure normalisée pour l'étalonnage des ensembles d'essai de la dispersion chromatique (CD) des fibres optiques. Les étapes particulières d'étalonnage utilisées varient selon la technique de mesure utilisée dans l'ensemble d'essai CD.

Tandis qu'il est admis que la dispersion chromatique se produit également dans des fibres multimodales et que ces fibres peuvent être mesurées sur plusieurs ensembles d'essai CD, la présente norme limitera l'étude uniquement aux mesures des fibres unimodales.

Les procédures soulignées dans la présente norme ont pour objet d'attirer l'attention des fabricants et des utilisateurs des ensembles d'essai CD sur la réduction de l'incertitude de mesure dans la détermination de la dispersion chromatique dans des fibres optiques sous toutes les conditions applicables. Les procédures s'appliquent aux laboratoires d'étalonnage et aux fabricants ou utilisateurs des ensembles d'essai CD pour les besoins de

- a) l'étalonnage des ensembles d'essai CD;
- b) les spécifications de réglage d'ensembles d'essai CD;
- c) la prolongation de la période d'étalonnage d'un ensemble d'essai CD déjà étalonné.

L'utilisation des procédures permet aussi une évaluation correcte de l'incertitude de l'ensemble d'essai CD, relative et traçable, par rapport à des étalons appropriés (par exemple, nationaux).

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 60050-731, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 731: Télécommunications par fibres optiques*

CEI 60825-1, *Sécurité des appareils à laser – Partie 1: Classification des matériels, prescriptions et guide de l'utilisateur*¹⁾

¹⁾ Une édition consolidée 1.2 existe (1998) qui inclut la CEI 60825-1 (1993) et son Amendement 1 (1997) et Amendement 2 (2001).

CALIBRATION OF FIBRE OPTIC CHROMATIC DISPERSION TEST SETS

1 Scope

This International Standard provides standard procedures for the calibration of optical fibre chromatic dispersion (CD) test sets. It also provides procedures to perform calibration checking on CD test sets whereby an extension to the test set calibration period may be obtained.

This standard is applicable to all types of CD test sets, with the exception that measurements on multimode optical fibres are excluded.

The purpose of this standard is to define a standard procedure for calibrating optical fibre chromatic dispersion (CD) test sets. The detailed calibration steps used vary according to the measurement technique used in the CD test set.

Whilst it is acknowledged that chromatic dispersion also occurs in multimode fibre and this fibre may be measured on many CD test sets, this standard will restrict discussion to single mode fibre measurements only.

The purpose of the procedures outlined in this standard is to focus manufacturers and users of CD test sets toward the reduction of measurement uncertainty in chromatic dispersion determination in optical fibres under all applicable conditions. The procedures apply to calibration laboratories and to the manufacturers or users of CD test sets for the purpose of

- a) calibrating CD test sets;
- b) setting specifications of CD test sets;
- c) extending the calibration period of an already calibrated CD test set.

Use of the procedures also allows correct evaluation of CD test set uncertainty, relative and traceable to appropriate (for example, national) standards.

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 60050-731, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 731: Optical fibre communication*

IEC 60825-1, *Safety of laser products – Part 1: Equipment classification, requirements and user's guide*¹⁾

¹⁾ A consolidated edition 1.2 exists (1998) that includes IEC 60825-1 (1993) and its Amendment 1 (1997) and Amendment 2 (2001).

CEI 62129, *Étalonnage des analyseurs du spectre optique* ²⁾

ISO 9000 (toutes les parties), *Normes pour la gestion de la qualité et l'assurance de la qualité*

BIPM/CEI/IFCC/ISO/IUPAC/IUPAP/OIML:1995, *Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure*

ISO/CEI 17025, *Prescriptions générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnages et d'essais*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de la CEI 60050-731 ainsi que les suivants s'appliquent.

3.1

laboratoire d'étalonnage accrédité

laboratoire d'étalonnage autorisé par le laboratoire des étalons nationaux compétent à produire des certificats d'étalonnage avec une incertitude minimale spécifiée, qui démontrent la traçabilité aux étalons nationaux

3.2

ajustage

modification du matériel ou du logiciel de contrôle de l'ensemble d'essai aux fins d'obtenir un résultat de mesure de l'ensemble d'essai CD équivalent à celui d'un étalon national ou d'un ensemble d'essai CD étalonné similaire. Ceci a pour conséquence la correction de toutes les mesures réalisées ultérieurement sur l'ensemble d'essai CD

3.3

artéfact

dispositif, instrument ou équipement utilisés dans le processus d'étalonnage d'un ensemble d'essai CD, à la fois pour la longueur d'onde et le retard [dispersion] L'artéfact est un moyen de transférer l'étalonnage de ces paramètres à l'ensemble d'essai CD

3.4

étalonnage

processus par lequel la relation entre les valeurs indiquées par l'ensemble d'essai CD et les valeurs connues de l'étalon est établi sous des conditions spécifiées.

NOTE Le but de l'étalonnage est d'amener tous les ensembles d'essai CD vers un accord important avec un laboratoire d'étalons nationaux compétent. Ceci peut être réalisé en comparant premièrement le paramètre approprié d'un artéfact de mesure avec celui produit par l'ensemble d'essai CD, suivi par le transfert de ce résultat, soit par ajustement de l'ensemble d'essai CD, soit par documentation d'un ou plusieurs facteurs d'étalonnage dans un certificat d'étalonnage. Les conditions d'environnement traitées et l'état de l'instrument sont généralement enregistrés. L'étalonnage inclut l'estimation de toutes les incertitudes. Les fibres de référence sont utilisées uniquement pour la vérification de l'étalonnage.

3.5

chaîne d'étalonnage

chaîne continue de transferts allant d'un étalon primaire vers l'ensemble d'essai CD via des étalons de référence, des étalons intermédiaires et/ou de travail (voir Figure 1)

²⁾ A publier.

IEC 62129, *Calibration of optical spectrum analyzers* ²⁾

ISO 9000 (all parts), Quality management and quality assurance standards

BIPM/IEC/IFCC/ISO/IUPAC/IUPAP/OIML:1995, *Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM)*

ISO/IEC 17025, *General requirements for the competence of testing and calibration laboratories*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions contained in IEC 60050(731) and the following definitions apply.

3.1

accredited calibration laboratory

calibration laboratory authorized by the appropriate national standards laboratory to issue calibration certificates with a minimum specified uncertainty, which demonstrate traceability to national standards

3.2

adjustment

modifying the hardware or firmware of a CD test set with the intention of making the measurement result of the CD test set equal to that of a national standard or a similar calibrated CD test set. This has the effect of correcting all subsequent measurements on that CD test set

3.3

artefact

device, instrument or equipment used in the process of calibrating a CD test set, for both wavelength and delay [dispersion]. The artefact is a means of transferring calibration of these parameters to a CD test set

3.4

calibration

process by which the relationship between the values indicated by the infant CD test set and known values of the calibration standard is established under specified conditions

NOTE The intention of calibration is to bring all CD test sets into substantial agreement with a suitable national standards laboratory. This may be performed by first comparing the relevant parameter of a measurement artefact with that produced by the CD test set, followed by transfer of that result, either by adjustment of the CD test set or by documentation of a calibration factor(s) in a calibration certificate. The pertaining environmental conditions and instrument state are usually recorded. Calibration includes estimation of all uncertainties. The use of reference fibres is for calibration checking only.

3.5

calibration chain

unbroken chain of transfers from a primary standard to the CD test set via reference standards, intermediate and/or working standards (see Figure 1)

²⁾ To be published.