

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Optical fibres –
Part 1-44: Measurement methods and test procedures – Cut-off wavelength**

**Fibres optiques –
Partie 1-44: Méthodes de mesure et procédures d’essai – Longueur d’onde de
coupure**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 33.180.10

ISBN 978-2-8322-7967-0

**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	6
4 Background	7
5 Overview of methods	7
6 Reference test method	8
7 Apparatus.....	8
7.1 Light source	8
7.2 Modulation	8
7.3 Launch optics	8
7.4 Support and positioning apparatus.....	8
7.5 Deployment mandrel	9
7.5.1 General	9
7.5.2 Cable cut-off wavelength deployment, method A.....	9
7.5.3 Cable cut-off wavelength deployment, method B.....	9
7.5.4 Fibre cut-off wavelength deployment, method C.....	9
7.6 Detection optics	10
7.7 Detector assembly and signal detection electronics	10
7.8 Cladding mode stripper	10
8 Sampling specimen	10
8.1 Specimen length	10
8.2 Specimen end face	10
9 Procedure.....	11
9.1 Positioning of specimen in apparatus.....	11
9.1.1 General requirements for all methods	11
9.1.2 Deployment requirements for each method.....	11
9.2 Measurement of output power.....	11
9.2.1 Overview	11
9.2.2 Bend-reference technique.....	12
9.2.3 Multimode-reference technique.....	12
10 Calculations.....	12
10.1 Bend-reference technique	12
10.2 Multimode-reference technique	13
11 Mapping functions	14
12 Results	14
13 Specification information	15
Annex A (normative) Requirements specific to method A – Cable cut-off wavelength, λ_{CC} , using uncabled fibre	16
A.1 Specimen length	16
A.2 Procedure – Position specimen on deployment mandrel.....	16
Annex B (normative) Requirements specific to method B – Cable cut-off wavelength, λ_{CC} , using cabled fibre	17
B.1 Specimen length	17
B.2 Procedure – Position specimen on deployment mandrel.....	17

Annex C (normative) Requirements specific to method C – Fibre cut-off wavelength, λ_C	18
C.1 Specimen length	18
C.2 Procedure – Position specimen on deployment mandrel.....	18
Annex D (informative) Cut-off curve artifacts.....	20
D.1 Description of curve artifacts.....	20
D.2 Curve-fitting technique for artifact filtering.....	20
D.2.1 Overview	20
D.2.2 General	21
D.2.3 Step 1: define the upper wavelength region	22
D.2.4 Step 2: characterize the spectral transmittance	22
D.2.5 Step 3: calculate the deviation of the spectral transmittance from the linear fit	22
D.2.6 Step 4: determine the end wavelength of the transition region	23
D.2.7 Step 5: determine the start wavelength of the transition region	23
D.2.8 Step 6: characterize the transition region with the theoretical model	23
D.2.9 Step 7: compute the cut-off wavelength, λ_C	24
D.3 Fibre deployment method for artifact attenuation	25
Bibliography.....	27
Figure 1 – Cut-off measurement system block diagram	7
Figure 2 – Deployment configuration for cable cut-off wavelength λ_{CC} , method A.....	9
Figure 3 – Deployment configuration for cable cut-off wavelength λ_{CC} , method B.....	9
Figure 4 – Standard deployment for fibre cut-off wavelength measurement.....	10
Figure 5 – Cut-off wavelength using the bend-reference technique	11
Figure 6 – Cut-off wavelength using the multimode-reference technique	12
Figure 7 – Cable cut-off vs fibre cut-off for a specific fibre (multimode reference)	14
Figure A.1 – Alternative cable cut-off deployment	16
Figure C.1 – Alternative fibre cut-off deployment – Sliding semi-circle	18
Figure C.2 – Alternative fibre cut-off deployment – Multi-bend	19
Figure C.3 – Alternative fibre cut-off deployment – Large curve	19
Figure D.1 – Cut-off curve with linear fit error (multimode reference)	20
Figure D.2 – Fibre cut-off curve fitting technique (multimode reference).....	21
Figure D.3 – Curve fitting regions	21
Figure D.4 – Fibre cut-off curve with artifacts (multimode reference).....	25
Figure D.5 – Fibre cut-off curve with artifacts (bend reference).....	25
Figure D.6 – Fibre deployment with large diameter bends for mode filtering.....	26
Figure D.7 – Fibre cut-off curve with mode attenuation (multimode reference)	26

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

OPTICAL FIBRES –

Part 1-44: Measurement methods and test procedures – Cut-off wavelength

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.

IEC 60793-1-44 has been prepared by subcommittee 86A: Fibres and cables, of IEC technical committee 86: Fibre optics. It is an International Standard.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 2011. This edition constitutes a technical revision.

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

- a) used the diameter of the fibre loops to describe deployment;
- b) added Annex D related to cut-off curve artifacts;
- c) reorganized information and added more figures to clarify concepts.

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

Draft	Report on voting
86A/2314/FDIS	86A/2327/RVD

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

The language used for the development of this International Standard is English.

This document was drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2, and developed in accordance with ISO/IEC Directives, Part 1 and ISO/IEC Directives, IEC Supplement, available at www.iec.ch/members_experts/refdocs. The main document types developed by IEC are described in greater detail at www.iec.ch/publications.

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

A list of all parts of the IEC 60793-1 series, published under the general title *Optical fibres – Measurement methods and test procedures*, 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 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.

IMPORTANT – The "colour inside" logo on the cover page of this document indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

OPTICAL FIBRES –

Part 1-44: Measurement methods and test procedures – Cut-off wavelength

1 Scope

This part of IEC 60793 establishes uniform requirements for measuring the cut-off wavelength of single-mode optical fibre, thereby assisting in the inspection of fibres and cables for commercial purposes.

This document gives methods for measuring the cut-off wavelength for uncabled or cabled single mode telecom fibre. These procedures apply to all category B and C fibre types.

There are three methods of deployment for measuring the cut-off wavelength:

- method A: cable cut-off using uncabled fibre 22 m long sample, λ_{CC} ;
- method B: cable cut-off using cabled fibre 22 m long sample, λ_{CC} ;
- method C: fibre cut-off using uncabled fibre 2 m long sample, λ_C .

All methods require a reference measurement. There are two reference-scan techniques, either or both of which can be used with all methods:

- bend-reference technique;
- multimode-reference technique using category A1(OM1-OM5) 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, *Optical fibres – Part 1-1: Measurement methods and test procedures – General and guidance*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	30
1 Domaine d'application	32
2 Références normatives	32
3 Termes et définitions	32
4 Contexte	33
5 Vue d'ensemble des méthodes	33
6 Méthode d'essai de référence	34
7 Appareillage	34
7.1 Source de lumière	34
7.2 Modulation	34
7.3 Dispositif optique d'injection	34
7.4 Appareillage de maintien et de positionnement	35
7.5 Mandrin de déploiement	35
7.5.1 Généralités	35
7.5.2 Déploiement de la longueur d'onde de coupure en câble, méthode A	35
7.5.3 Déploiement de la longueur d'onde de coupure en câble, méthode B	35
7.5.4 Déploiement de la longueur d'onde de coupure de fibre, méthode C	36
7.6 Dispositif optique de détection	36
7.7 Ensemble détecteur et dispositif électronique de détection des signaux	36
7.8 Extracteur de mode de gaine	36
8 Spécimen d'échantillonnage	37
8.1 Longueur du spécimen	37
8.2 Face d'extrémité du spécimen	37
9 Procédure	37
9.1 Positionnement du spécimen dans l'appareillage	37
9.1.1 Exigences générales pour toutes les méthodes	37
9.1.2 Exigences spécifiques au déploiement pour chaque méthode	37
9.2 Mesure de la puissance de sortie	37
9.2.1 Vue d'ensemble	37
9.2.2 Technique de la fibre de référence par courbure	38
9.2.3 Technique de la fibre de référence multimodale	39
10 Calculs	39
10.1 Technique de la fibre de référence par courbure	39
10.2 Technique de la fibre de référence multimodale	39
11 Fonctions de cartographie	40
12 Résultats	41
13 Informations à mentionner dans la spécification	42
Annexe A (normative) Exigences spécifiques à la méthode A – Longueur d'onde de coupure en câble, λ_{CC} , avec utilisation d'une fibre non câblée	43
A.1 Longueur du spécimen	43
A.2 Procédure – Mise en place du spécimen sur le mandrin de déploiement	43
Annexe B (normative) Exigences spécifiques à la méthode B – Longueur d'onde de coupure en câble, λ_{CC} , avec utilisation d'une fibre câblée	44
B.1 Longueur du spécimen	44
B.2 Procédure – Mise en place du spécimen sur le mandrin de déploiement	44

Annexe C (normative) Exigences spécifiques à la méthode C – Longueur d’onde de coupeure de fibre, λ_C	45
C.1 Longueur du spécimen.....	45
C.2 Procédure – Mise en place du spécimen sur le mandrin de déploiement.....	45
Annexe D (informative) Artefacts de courbe de coupeure.....	47
D.1 Description des artefacts de courbe.....	47
D.2 Technique d’ajustement en courbe pour le filtrage des artefacts.....	47
D.2.1 Vue d’ensemble.....	47
D.2.2 Généralités.....	48
D.2.3 Étape 1: définir la zone des longueurs d’onde supérieures.....	49
D.2.4 Étape 2: caractériser le facteur de transmission spectrale.....	49
D.2.5 Étape 3: calculer l’écart du facteur de transmission spectrale par rapport à l’ajustement linéaire.....	49
D.2.6 Étape 4: déterminer la longueur d’onde de fin de la zone de transition.....	50
D.2.7 Étape 5: déterminer la longueur d’onde de début de la zone de transition.....	50
D.2.8 Étape 6: caractériser la zone de transition à l’aide du modèle théorique.....	50
D.2.9 Étape 1: calcul de la longueur d’onde de coupeure, λ_C	51
D.3 Méthode de déploiement de fibres pour l’affaiblissement des artefacts.....	52
Bibliographie.....	55
Figure 1 – Schéma fonctionnel du système de mesure de coupeure.....	33
Figure 2 – Configuration relative au déploiement pour la mesure de la longueur d’onde de coupeure en câble λ_{CC} , méthode A.....	35
Figure 3 – Configuration relative au déploiement pour la mesure de la longueur d’onde de coupeure en câble λ_{CC} , méthode B.....	36
Figure 4 – Déploiement normal pour la mesure de la longueur d’onde de coupeure de fibre ...	36
Figure 5 – Longueur d’onde de coupeure par la technique de la fibre de référence par courbure.....	38
Figure 6 – Longueur d’onde de coupeure par la technique de la fibre de référence multimodale.....	38
Figure 7 – Coupeure en câble par rapport à la coupeure de fibre pour une fibre spécifique (référence multimodale).....	41
Figure A.1 – Variante de déploiement de coupeure en câble.....	43
Figure C.1 – Variante de déploiement de coupeure de fibres – Demi-cercle coulissant.....	45
Figure C.2 – Variante de déploiement de coupeure de fibre – Plusieurs courbures.....	46
Figure C.3 – Variante de déploiement de coupeure de fibre – Grande courbe.....	46
Figure D.1 – Courbe de coupeure avec erreur d’ajustement linéaire (référence multimodale).....	47
Figure D.2 – Technique d’ajustement des courbes de coupeure de fibres (référence multimodale).....	48
Figure D.3 – Zones d’ajustement de courbe.....	48
Figure D.4 – Courbe de coupeure de fibre avec artefacts (référence multimodale).....	52
Figure D.5 – Courbe de coupeure de fibre avec artefacts (référence par courbure).....	53
Figure D.6 – Déploiement de fibres avec courbures de grand diamètre pour le filtrage de mode.....	53
Figure D.7 – Courbe de coupeure de fibre avec affaiblissement de mode (référence multimodale).....	54

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

FIBRES OPTIQUES –

Partie 1-44: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Longueur d'onde de coupure

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Électrotechnique 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. À 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.

L'IEC 60793-1-44 a été établie par le sous-comité 86A: Fibres et câbles, du comité d'études 86 de l'IEC: Fibres optiques. Il s'agit d'une Norme internationale.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 2011. Cette édition constitue une révision technique.

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

- a) utilisation du diamètre des boucles de fibres pour décrire le déploiement
- b) ajout de l'Annexe D, relative aux artefacts de courbe de coupure
- c) réorganisation des informations et ajout de figures supplémentaires pour clarifier les concepts.

La présente version bilingue (2023-12) correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2023-07.

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

La langue employée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, il a été développé selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et les Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous www.iec.ch/members_experts/refdocs. Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous www.iec.ch/publications.

Le présent document doit être lu conjointement avec l'IEC 60793-1-1.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60793-1-4x, publiées sous le titre général *Fibres optiques – Méthodes de mesure et procédures d'essai*, se trouve 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 "webstore.iec.ch" dans les données relatives au document recherché. À cette date, le document sera

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

IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de ce document indique qu'il contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer ce document en utilisant une imprimante couleur.

FIBRES OPTIQUES –

Partie 1-44: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Longueur d'onde de coupure

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60793 établit des exigences uniformes pour mesurer la longueur d'onde de coupure des fibres optiques unimodales, contribuant ainsi au contrôle des fibres et câbles dans des relations commerciales.

Le présent document donne des méthodes de mesure de la longueur d'onde de coupure pour les fibres de télécommunications unimodales câblées ou non câblées. Ces procédures s'appliquent à tous les types de fibres de catégories B et C (voir Références normatives).

Il existe trois méthodes de déploiement pour mesurer la longueur d'onde de coupure.

- méthode A: coupure en câble utilisant un échantillon de fibre non câblée de longueur 22 m, λ_{CC} ;
- méthode B: coupure en câble utilisant un échantillon de fibre câblée de longueur 22 m, λ_{CC} ;
- méthode C: coupure de fibre utilisant un échantillon de fibre non câblée de longueur 2 m, λ_C .

Toutes les méthodes exigent une mesure de référence. Il existe deux techniques d'exploration de référence, l'une et/ou l'autre peuvent être utilisées avec toutes les méthodes:

- technique de la fibre de référence par courbure;
- technique de la fibre de référence multimodale utilisant la fibre multimodale de catégorie A1 (OM1-OM5).

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils 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, *Fibres optiques – Partie 1-1: Méthodes de mesure et procédures d'essai - Généralités et recommandations*