

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures –

Part 3-47: Examinations and measurements – End face geometry of PC/APC spherically polished ferrules using interferometry

Dispositifs d'interconnexion et composants passifs fibroniques – Procédures fondamentales d'essais et de mesures –

Partie 3-47: Examens et mesures – Géométrie de l'extrémité des férules PC/APC polies de façon sphérique par interférométrie



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2014 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, 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 either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigendum or an amendment might have been published.

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

The advanced search enables to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available online and once a month by email.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: sales@iec.ch.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 000 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 16 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

67 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications IEC

Le contenu technique des publications IEC est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et une fois par mois par email.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: sales@iec.ch.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 000 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

67 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures –

Part 3-47: Examinations and measurements – End face geometry of PC/APC spherically polished ferrules using interferometry

Dispositifs d'interconnexion et composants passifs fibroniques – Procédures fondamentales d'essais et de mesures –

Partie 3-47: Examens et mesures – Géométrie de l'extrémité des férules PC/APC polies de façon sphérique par interférométrie

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 33.180.20

ISBN 978-2-8322-7188-9

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

CONTENTS	2
FOREWORD	3
1 Scope	5
2 Terms and definitions	5
3 Measurement by interferometer	7
3.1 General	7
3.2 Ferrule/connector holder	7
3.3 Optical interferometric system	8
3.4 Microscope with camera	8
4 Requirements for the interferometer	8
4.1 XY calibration (radius of curvature)	8
4.2 Z calibration (fibre height)	8
4.3 Alignment of ferrule axis with the interferometer's optical axis (apex offset calibration)	8
4.4 Tilt and key angle	8
5 Measurement method	8
5.1 General	8
5.2 Measurement regions	8
5.3 Measurement procedure for the radius of curvature	9
5.4 Measurement procedure for the dome eccentricity (apex offset)	10
5.5 Measurement procedure for fibre height	10
6 Details to be specified	13
Annex A (normative) Calibration for the interferometer	14
A.1 XY calibration	14
A.2 Z calibration	14
A.3 Alignment of the ferrule axis with the optical axis of the interferometer ("apex offset calibration")	14
A.4 Tilt and key angle	14
Annex B (informative) Measurement procedure for end face "angle error" of angled convex polished ferrules	15
Annex C (informative) Formula for calculating ferrule end face geometry	17
Figure 1 – Radius of curvature of a spherically polished ferrule end face	5
Figure 2 – Apex offset of a spherically polished ferrule end face	6
Figure 3 – Fibre height of a spherically polished ferrule end face	6
Figure 4 – Ferrule end face angle for spherically polished ferrules	7
Figure 5 – Interferometer	7
Figure 6 – Ferrule end face and measurement regions	9
Figure 7 – Ferrule end face surface	11
Figure 8 – Fitting region and averaging region of the ferrule end face surface	11
Figure 9 – Converted end face surface of the ferrule	12
Figure 10 – Converted ferrule end face surface without the extracting region	12
Figure B.1 – Example of key error calculated from interference pattern for a convex polished ferrule	15

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**FIBRE OPTIC INTERCONNECTING
DEVICES AND PASSIVE COMPONENTS –
BASIC TEST AND MEASUREMENT PROCEDURES –****Part 3-47: Examinations and measurements –
End face geometry of PC/APC spherically
polished ferrules using interferometry**

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 61300-3-47 has been prepared by subcommittee 86B: Fibre optic interconnecting devices and passive components, of IEC technical committee 86: Fibre optics.

This standard merges IEC 61300-3-15, IEC 61300-3-16, IEC 61300-3-17 and IEC 61300-3-23. After publication of this standard IEC 61300-3-15, IEC 61300-3-16, IEC 61300-3-17 and IEC 61300-3-23 will be withdrawn.

This bilingual version (2019-07) corresponds to the English version, published in 2014-07.

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

FDIS	Report on voting
86B/3773/FDIS	86B/3805/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.

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

A list of all parts in the IEC 61300 series, published under the general title, *Fibre optic interconnecting and passive components – Basic test and measurement procedures*, can be found on the IEC website.

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

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability 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.

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication 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.

FIBRE OPTIC INTERCONNECTING DEVICES AND PASSIVE COMPONENTS – BASIC TEST AND MEASUREMENT PROCEDURES –

Part 3-47: Examinations and measurements – End face geometry of PC/APC spherically polished ferrules using interferometry

1 Scope

This part of IEC 61300 describes a procedure to measure the end face geometry of a spherically polished ferrule or connector. Within this standard the words “ferrule” and “connector” can be used interchangeably.

2 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply.

2.1

radius of curvature

B

radius of curvature of the portion of the spherically polished ferrule end face which is domed for physical contact

Note 1 to entry: It is assumed that the end face is spherical, although in practice the end face is often aspherical (see Figure 1).

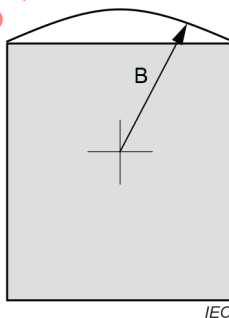


Figure 1 – Radius of curvature of a spherically polished ferrule end face

2.2

apex offset

C

distance between the axis of the ferrule and the line parallel to the axis which passes through the vertex (or highest point on the dome), formed by spherically polishing the ferrule, as shown in Figure 2

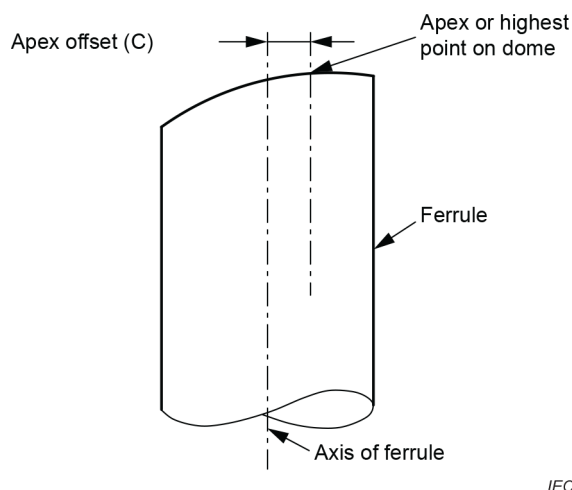


Figure 2 – Apex offset of a spherically polished ferrule end face

2.3 fibre height

average distance between the fibre end face and a virtual spherical surface which is fitted to the spherically polished ferrule end face (see Annex C)

Note 1 to entry: It is assumed that a circular region of the ferrule end face, which is centred to the ferrule axis, is spherical although in practice the end face is often aspherical. A positive value indicates fibre undercut (see Figure 3a). A negative value indicates fibre protrusion (see Figure 3b).

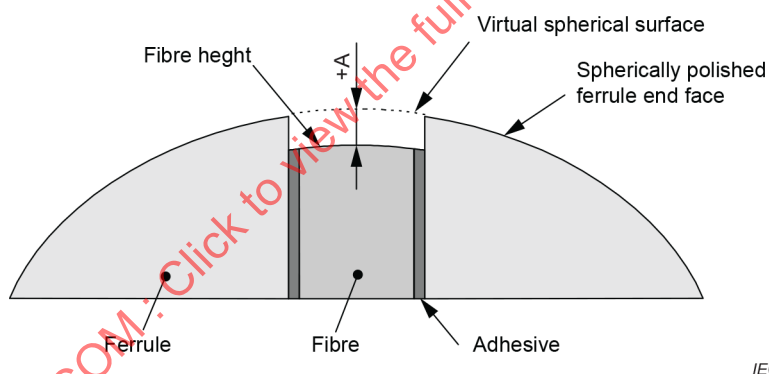


Figure 3a – Fibre height +A

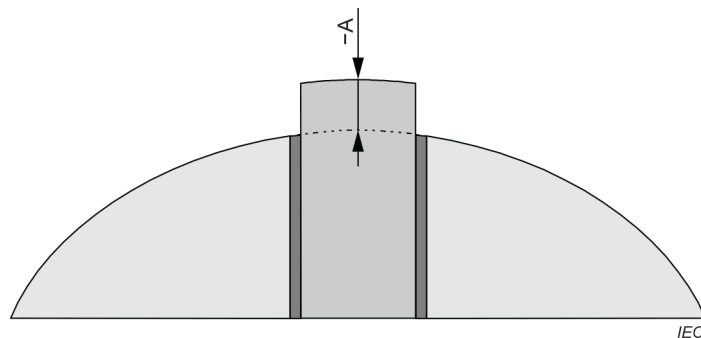


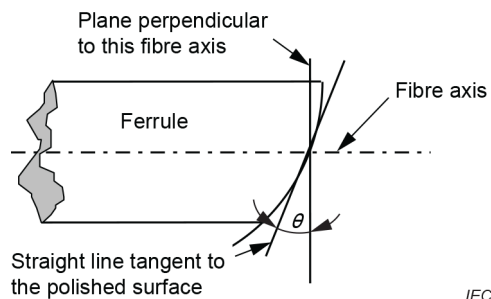
Figure 3b – Fibre height -A (protrusion)

Figure 3 – Fibre height of a spherically polished ferrule end face

2.4

end face angle

angle (θ) between the plane perpendicular to the axis of the ferrule, and the straight line tangent to the polished surface at the fibre centre in the direction of the nominal angle (see Figure 4)



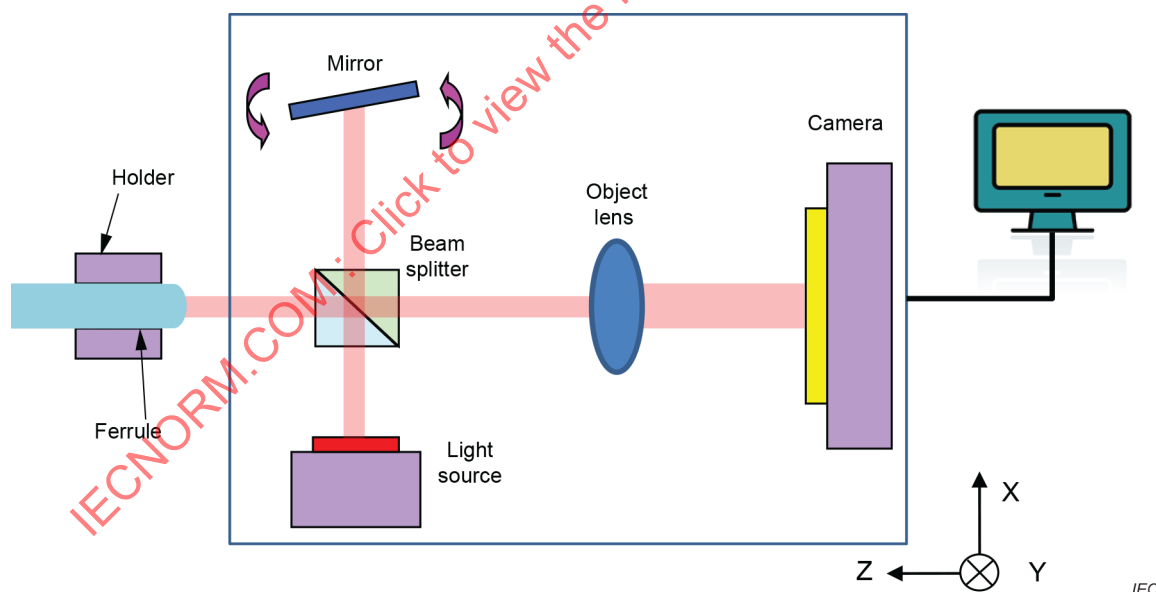
IEC

Figure 4 – Ferrule end face angle for spherically polished ferrules

3 Measurement by interferometer

3.1 General

A typical interferometer configuration is shown in Figure 5. The apparatus consists of a suitable ferrule/connector holder, an optical interferometric system combined with a microscope and a camera.



IEC

Figure 5 – Interferometer

3.2 Ferrule/connector holder

This is a suitable device to hold the ferrule/connector in a fixed alignment position with respect to the optical axis of the interferometer. The holder is designed such that the portion of the ferrule closest to the end face is secured by the holder. The ferrule shall be aligned by holding it over a distance of at least twice the ferrule diameter. The ferrules axis should be adjustable in order to make it parallel to the optical axis of the interferometer. Alternatively, this can be carried out by positioning the reference mirror of the interferometer. For angled polished ferrules adjustments are necessary to align the polish angle axis with the optical axis of the interferometer.

3.3 Optical interferometric system

A suitable optical interferometric system (for example a Michelson interferometer) displays an image with interference fringes of the ferrule's end face.

3.4 Microscope with camera

The image of the end face is projected on to the camera with a minimum field of view of 250 μm . Software processes the image(s) and calculates the required parameters.

4 Requirements for the interferometer

4.1 XY calibration (radius of curvature)

The interferometer shall have the ability to measure the radius of curvature with measurement uncertainty better than $\pm 0,1$ mm for radii from 5 mm to 30 mm. See Annex A.

4.2 Z calibration (fibre height)

The interferometer shall have the ability to measure the fibre height with measurement uncertainty better than ± 10 nm. See Annex A.

4.3 Alignment of ferrule axis with the interferometer's optical axis (apex offset calibration)

The interferometer shall have the ability to measure the apex offset with a maximum difference of less than 5 μm between two measurements where the second measurement is made after rotating the ferrule by 180°. See Annex A.

NOTE This test is only possible with non-angled ferrules.

4.4 Tilt and key angle

When measuring angled connectors, calibration of the holder position is required. Measurement of a flat polished ferrule should have a measurement uncertainty better than $\pm 0,1^\circ$ for the key angle and $\pm 0,03^\circ$ for the tilt angle.

NOTE The key angle is the angular rotational misalignment between the ferrule mating surface of an angled end face connector, and its design orientation angle with respect to its key (see Annex B).

5 Measurement method

5.1 General

For all measurements, the instrument should be adjusted such that

- a sample is placed in the measurement holder,
- the image of the ferrule end face in the fibre zone is seen on the monitor,
- the interference fringes appear on the ferrule end face,
- the ferrule axis is correctly aligned with the optical axis of the interferometer ("apex offset calibration"),
- all other instrument calibrations have been performed,
- the system is configured according to the type of measurement to be performed (e.g. PC or APC ferrule/connector).

5.2 Measurement regions

Three regions shall be defined on the ferrule end face for the measurement (see Figure 6).

- a) Fitting region: the fitting region is set on the ferrule surface, and defined by a circular region having a diameter, D , minus a circular region having a diameter, E , (the extracting region). The fitting region shall be defined in order to cover the contact zone of the ferrule end face when the ferrule is mated.
- b) Extracting region: the extracting region, which includes the fibre end face region and the adhesive region, is defined by a circle having a diameter E .
- c) Averaging region: the averaging region is set on the fibre surface, and defined by a circular region "having a diameter F ". This region is used for fibre height A averaging.

The 3 regions should be concentric on the ferrule axis. For connectors with 125 μm nominal fibre diameter and a radius of curvature of nominally 5 mm to 30 mm, the values of the diameters D , E and F are as follows:

$$D = 250 \mu\text{m}$$

$$E = 140 \mu\text{m}$$

$$F = 50 \mu\text{m}$$

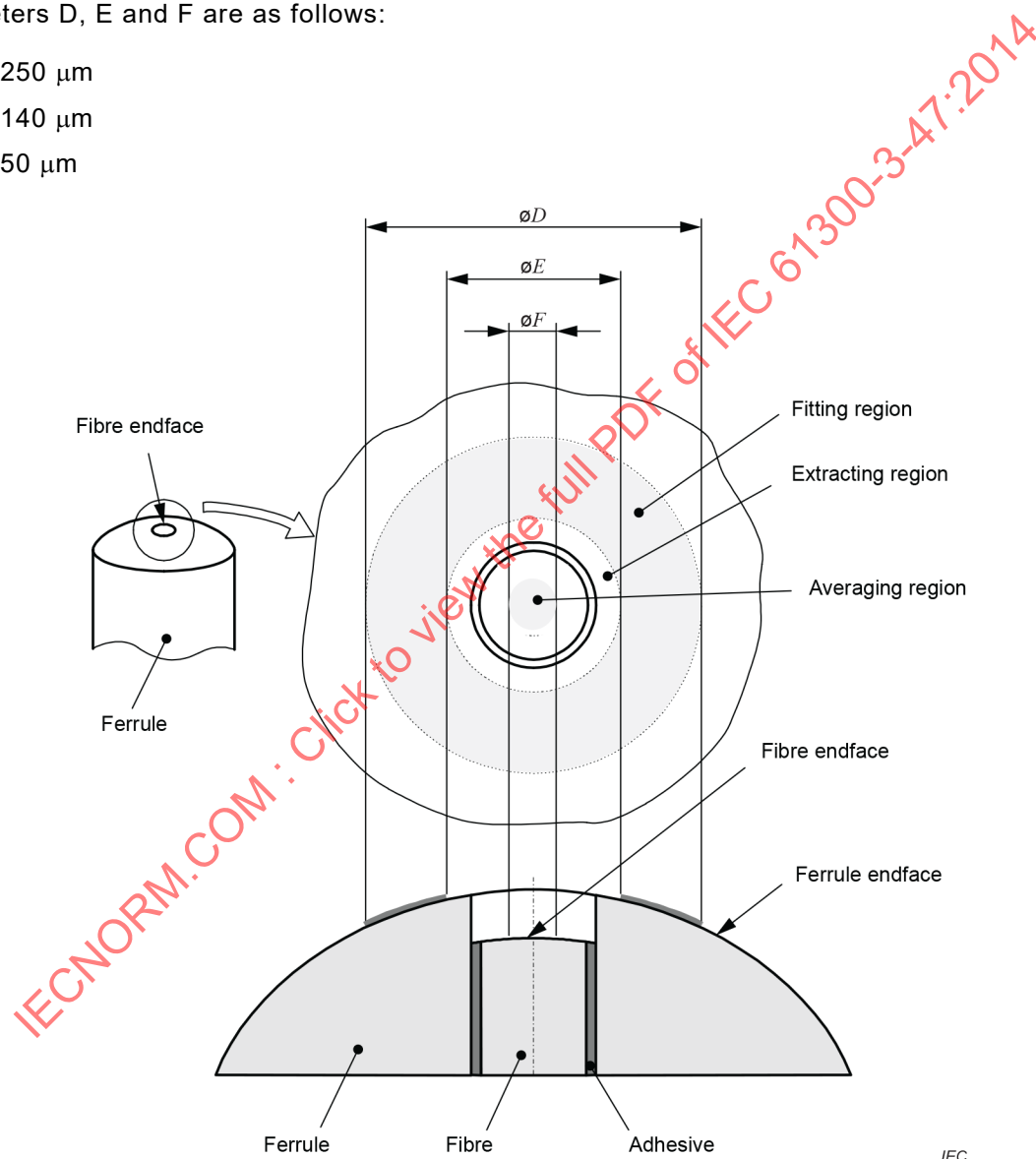


Figure 6 – Ferrule end face and measurement regions

5.3 Measurement procedure for the radius of curvature

The following steps shall be taken:

- a) Measure the surface of the end face with the interferometer, recording the three-dimensional surface measurement data on its surface data processing unit (see Figure 7).

- b) Correct the surface data, taking into account the refractive indices and the absorption coefficients of the fibre and the ferrule.
- c) Using the data from the fitting regions, calculate the “best fit” radius of curvature (Annex C).

5.4 Measurement procedure for the dome eccentricity (apex offset)

The following steps shall be taken:

- a) Measure the surface of the end face with the interferometer, recording the three-dimensional surface measurement data on its surface data processing unit (see Figure 7).
- b) Correct the surface data, taking into account the refractive indices and the absorption coefficients of the fibre and the ferrule.
- c) From the analysis of the interference image(s) the normal distance between the centre of the sphere (Annex C) fitted to the surface over the fitting region and the fibre axis shall be measured. This value corresponds to the apex offset.

5.5 Measurement procedure for fibre height

The following steps shall be taken:

- a) Measure the surface of the end face with the interferometer, recording the three-dimensional surface measurement data on its surface data processing unit (see Figure 7).
- b) Correct the surface data, taking into account the refractive indices and the absorption coefficients of the fibre and the ferrule.
- c) Using only the data within the averaging region and the fitting region evaluate A (see Figure 7 to Figure 10 and Annex C).

The calculation shall be as follows:

- 1) Create a converted surface from the corrected surface data by subtracting the “best fit” radius of curvature from the spherical surface data between the fitting region. The fitting region of the converted surface may be flat when the ferrule end face has an ideal spherical surface (See Figure 9).
- 2) Calculate an average surface height on the fibre averaging region and an average surface height on the fitted ferrule portion from the converted surface. The fibre height, A, is measured as the difference between the two average surface heights, as shown in Figure 10. A positive value indicates fibre undercut. A negative value indicates fibre protrusion.

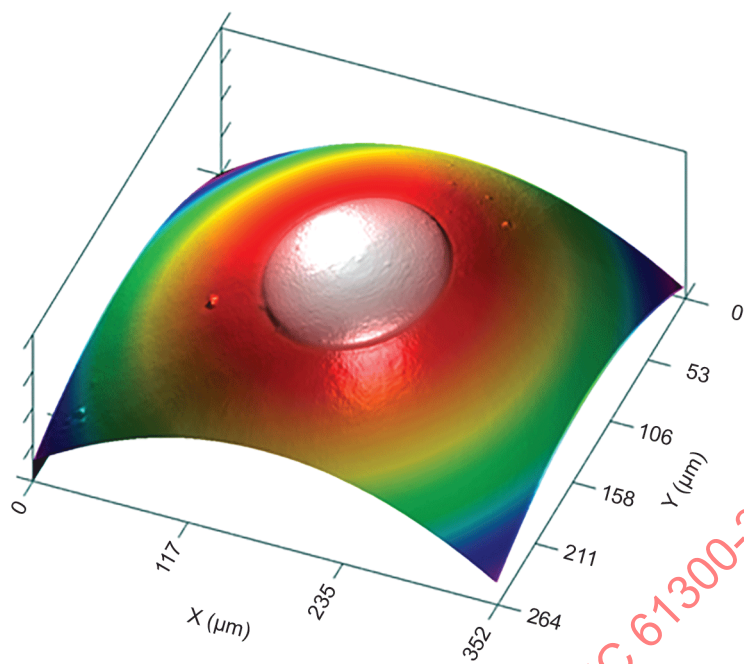


Figure 7 – Ferrule end face surface

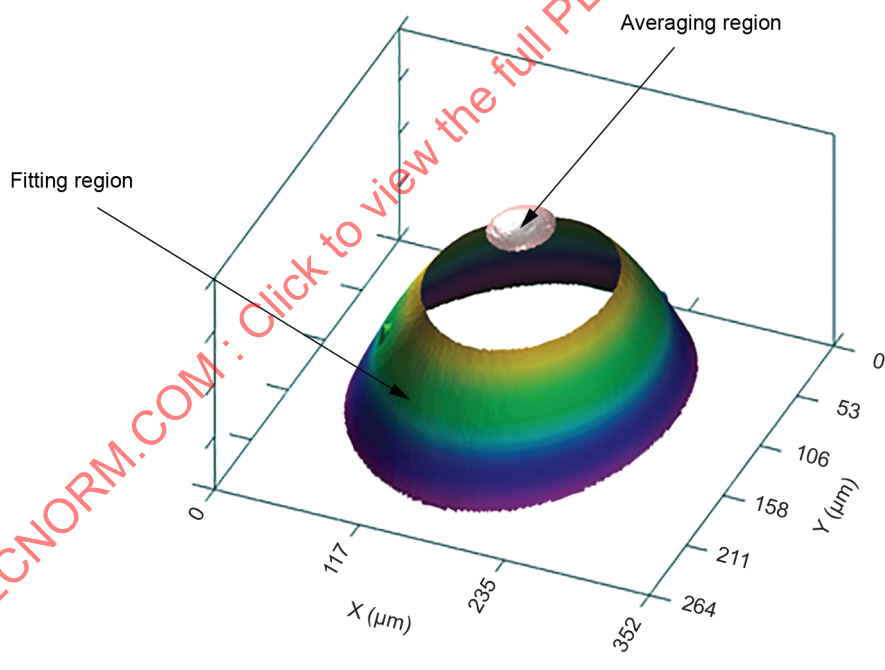


Figure 8 – Fitting region and averaging region of the ferrule end face surface

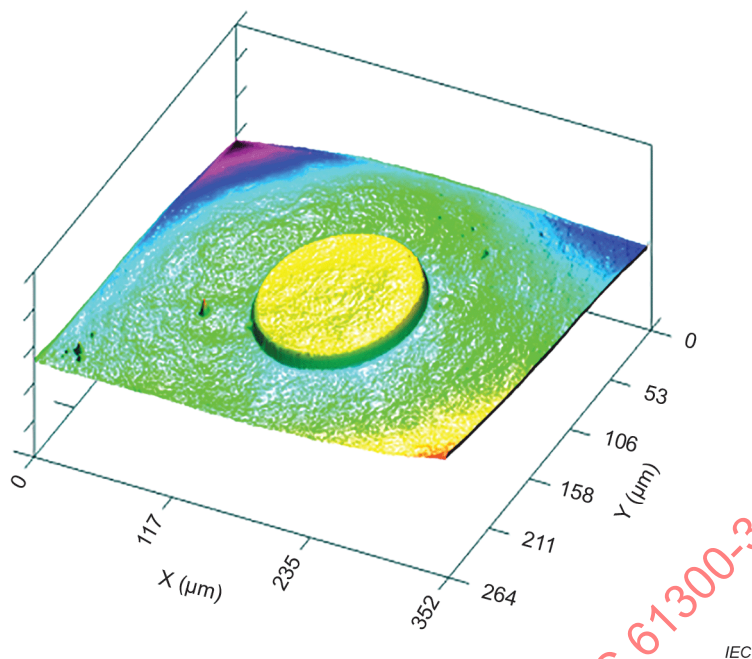


Figure 9 – Converted end face surface of the ferrule

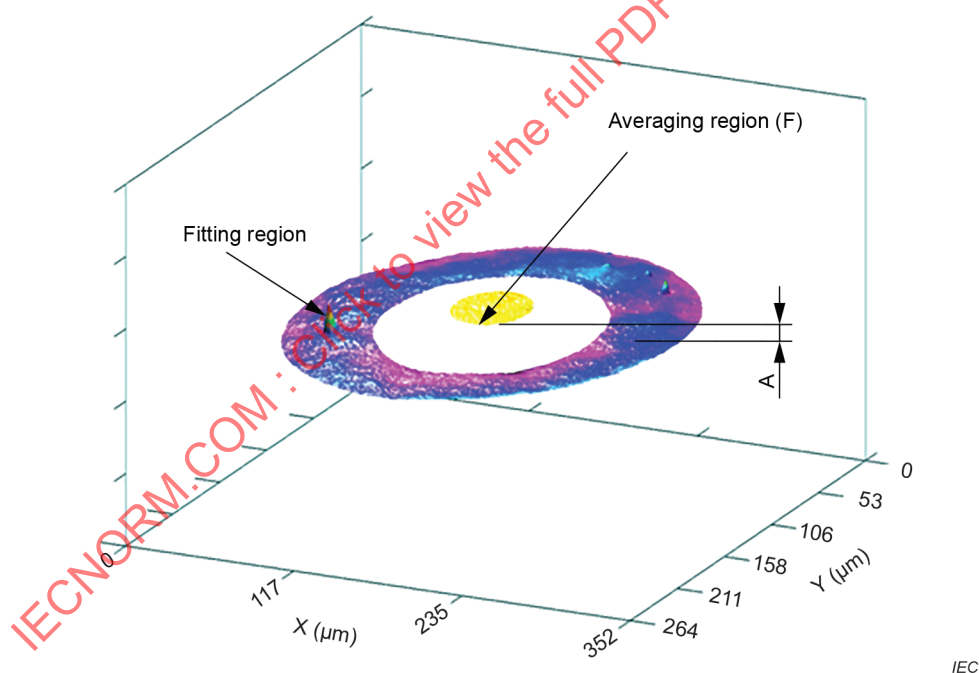


Figure 10 – Converted ferrule end face surface without the extracting region

The difference in refractive indices and the absorption coefficients between the ferrule and the fibre should be taken into account when processing the measured surface data. If the procedure is done without consideration of the difference, the procedure described in this clause may not accurately show the fibre undercut or protrusion.

6 Details to be specified

The following details, as applicable, shall be specified in the relevant specification:

- Type of interferometry;
- Nominal angle of tilt, e.g. PC/APC;
- Instrument configuration (keying adapter, ferrule holder, etc.);
- Rotational tolerance of the ferrule position in the holder (key angular error);
- Any deviation from this method;
- Measurement uncertainty.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61300-3-47:2014

Annex A (normative)

Calibration for the interferometer

A.1 XY calibration

An XY calibration is required when the requirements of Clause 4 cannot be met.

The interferometer shall be calibrated in XY directions (if a Z calibration has already been performed beforehand), by measuring an artifact with a spherical surface – previously measured with a mechanical method. Example: contact gauge.

Alternatively an etched wafer with a calibrated grid pattern for the XY calibration can be used.

A.2 Z calibration

If the interferometer is based on the monochromatic phase-shifting method: use a step height artifact with a nominal step height less than one-quarter of the wavelength of the light source used in the interferometer.

If the interferometer uses the white-light interferometry method, use step height artifact with a nominal step height of approximately one-quarter to three-quarters of the Z scanning range of the interferometer.

A.3 Alignment of the ferrule axis with the optical axis of the interferometer ("apex offset calibration")

The calibration for non-angled PC connectors is to measure the apex offset positions while rotating the ferrule by (for example) 60° steps and calculating the centre made by the 6 apex offset measurements by fitting a circle using the least-square fit method. Once calculated, translate this point to the centre of the fibre by aligning the ferrule/connector holder or the reference mirror of the interferometer. For angled connectors, see Clause A.4.

A.4 Tilt and key angle

Tilt and key angle calibration is required when angled connectors are measured and the requirements of 4.4 cannot be met.

Two methods are used (reference procedure is b):

- a) Calibrate the instrument as per Clause A.3 then rotate the connector holder or the optical system by a calibrated nominal angle (e.g. 8°).
- b) Calibrate the holder or mirror orientation with an artifact measured with a mechanical method. Example: contact gauge. This artifact should simulate a connector with its orientation key and compose of a flat tilted surface. For the key error compensation, a software based compensation may be used.

Annex B (informative)

Measurement procedure for end face “angle error” of angled convex polished ferrules

For a convex polished ferrule, the radius of curvature, B , and the apex offset component in the direction of the angle K are calculated from the analysis of the interferometric fringes (see Figure B.1). The value of the angle error is calculated from the value of B and K_x (Equation [B.1]). The value of the key error is calculated from the values of B and K_y (Equation [B.2]). When measuring angled convex polished ferrules, in addition to tilting the connector with respect to the interferometer, an adapter or keying mechanism should also be installed on the interferometer. This keying mechanism is designed to constrain the rotational orientation of the ferrule with respect to its key.

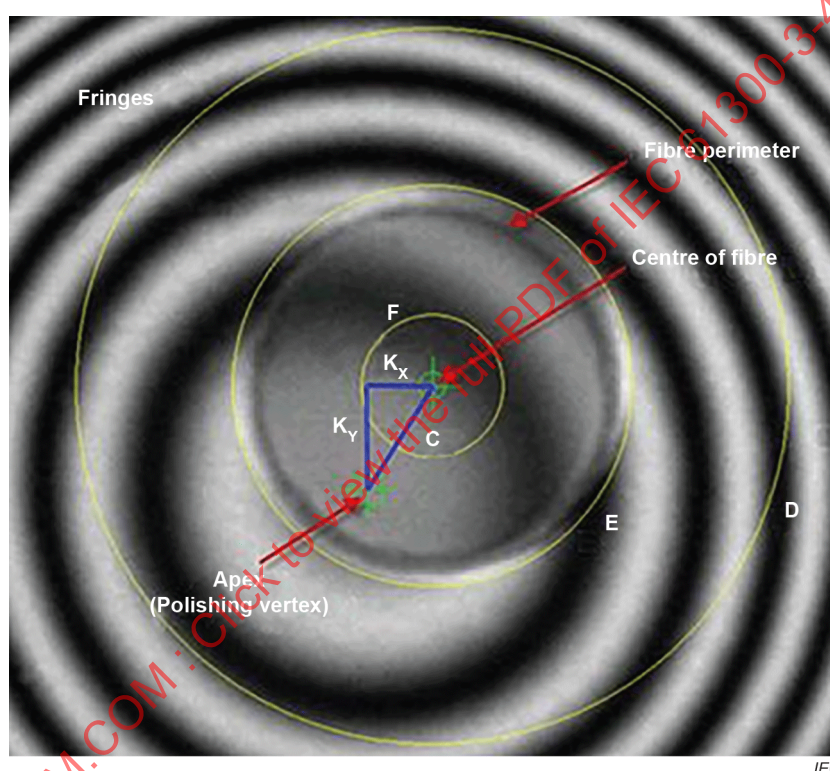


Figure B.1 – Example of key error calculated from interference pattern for a convex polished ferrule

From the analysis of the image(s) the component in the angle direction K_x , which is the distance between the apex and the fibre centre shall be calculated (see Figure B.1). The value of the angle, also called “angle error” shall be:

$$\theta = \arctan\left(\frac{K_x}{R}\right) + \theta_0 \quad [B.1]$$

From the analysis of the image(s) the component in the angle direction K_y , which is the distance between the apex and the fibre centre shall be calculated (see Figure B.1). The value of the angle, also called “key error” shall be:

$$\alpha = \arctan\left(\frac{K_y}{R}\right) \quad [B.2]$$

It is important to understand that key error is calculated from the vertical component of the apex offset (K_y in Figure B.1) using Equation [B.2]. Although related, it should not be confused with the physical rotational degrees of the ferrule. Due to the mechanical advantage created by tilting the connector (or interferometer), repeatability of this measurement will be determined by how accurately the key can be constrained and other factors, such as the tolerances of the inner key components. This is especially true for “floating ferrule” connector designs.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61300-3-47:2014

Annex C

(informative)

Formula for calculating ferrule end face geometry

The ideal spherical surface being calculated for single fibre connectors is described by the following formula:

$$(X-X_0)^2 + (Y-Y_0)^2 + (Z-Z_0)^2 = B^2 \quad [C.1]$$

where (X_0, Y_0, Z_0) is the set of coordinates of the centre of the sphere and B is its radius.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61300-3-47:2014

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	19
1 Domaine d'application	21
2 Termes et définitions	21
3 Mesure par interféromètre	23
3.1 Généralités	23
3.2 Support de la fêrle/du connecteur	23
3.3 Système d'interférométrie optique.....	24
3.4 Microscope avec caméra	24
4 Exigences relatives à l'interféromètre	24
4.1 Etalonnage XY (rayon de courbure)	24
4.2 Etalonnage Z (hauteur de fibre)	24
4.3 Alignement de l'axe de la fêrle avec l'axe optique de l'interféromètre (étalonnage du décalage du sommet)	24
4.4 Angle d'inclinaison et angle de positionnement	24
5 Méthode de mesure	24
5.1 Généralités	24
5.2 Régions de mesure	25
5.3 Procédure de mesure du rayon de courbure.....	26
5.4 Procédure de mesure de l'excentricité du dôme (décalage du sommet)	26
5.5 Procédure de mesure de la hauteur de fibre.....	26
6 Détails à spécifier	29
Annexe A (normative) Etalonnage de l'interféromètre	30
A.1 Etalonnage XY	30
A.2 Etalonnage Z	30
A.3 Alignement de l'axe de la fêrle avec l'axe optique de l'interféromètre (« étalonnage du décalage du sommet »).....	30
A.4 Angle d'inclinaison et angle de positionnement	30
Annexe B (informative) Procédure de mesure de « l'erreur d'inclinaison » de l'extrémité des fêrles polies en forme convexe et en oblique.....	31
Annexe C (informative) Formule de calcul de la géométrie de l'extrémité de la fêrle	33
Figure 1 – Rayon de courbure de l'extrémité d'une fêrle polie de façon sphérique	21
Figure 2 – Décalage du sommet de l'extrémité d'une fêrle polie de façon sphérique	22
Figure 3 – Hauteur de fibre par rapport à l'extrémité de la fêrle polie de façon sphérique.....	22
Figure 4 – Angle d'extrémité de la fêrle, pour les fêrles polies de façon sphérique	23
Figure 5 – Interféromètre	23
Figure 6 – Extrémité d'une fêrle et régions de mesure	25
Figure 7 – Surface de l'extrémité de la fêrle.....	27
Figure 8 – Région d'ajustement et région de moyennage de la surface de l'extrémité de la fêrle	27
Figure 9 – Surface convertie de l'extrémité de la fêrle.....	28
Figure 10 – Surface convertie de l'extrémité de la fêrle, excluant la région d'extraction	28
Figure B.1 – Exemple d'erreur de positionnement calculée à partir du motif d'interférence pour une fêrle polie en forme convexe	31

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**DISPOSITIFS D'INTERCONNEXION ET COMPOSANTS
PASSIFS FIBRONIQUES –
PROCÉDURES FONDAMENTALES D'ESSAIS ET DE MESURES –****Partie 3-47: Examens et mesures –
Géométrie de l'extrémité des férules PC/APC
polies de façon sphérique par interférométrie**

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 61300-3-47 a été établie par le sous-comité 86B: Dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques, du comité d'études 86 de l'IEC: Fibres optiques.

La présente norme fusionne les normes IEC 61300-3-15, IEC 61300-3-16, IEC 61300-3-17 et IEC 61300-3-23. Après publication de la présente norme, les normes IEC 61300-3-15, IEC 61300-3-16, IEC 61300-3-17 et IEC 61300-3-23 seront supprimées.

La présente version bilingue (2019-07) correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2014-07.

Le texte anglais de cette norme est issu des documents 86B/3773/FDIS et 86B/3805/RVD.

Le rapport de vote 86B/3805/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/IEC, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 61300, publiées sous le titre général *Dispositifs d'interconnexion et composants passifs fibroniques - Procédures fondamentales d'essais et de mesures*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication 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, la publication sera:

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

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

DISPOSITIFS D'INTERCONNEXION ET COMPOSANTS PASSIFS FIBRONIQUES – PROCÉDURES FONDAMENTALES D'ESSAIS ET DE MESURES –

Partie 3-47: Examens et mesures – Géométrie de l'extrémité des férules PC/APC polies de façon sphérique par interférométrie

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 61300 décrit une procédure de mesure de la géométrie de l'extrémité d'une férule ou d'un connecteur poli de façon sphérique. Dans la présente norme, les termes « férule » et « connecteur » peuvent être utilisés de manière interchangeable.

2 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

2.1

rayon de courbure

B

rayon de courbure de la partie de l'extrémité de la férule polie de façon sphérique en forme de dôme pour le contact physique

Note 1 à l'article: Il est présumé que l'extrémité est sphérique, bien que dans la pratique l'extrémité soit souvent asphérique (voir Figure 1).

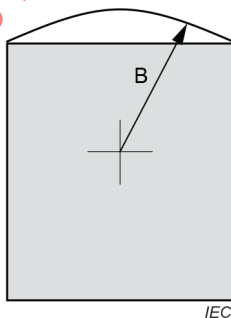


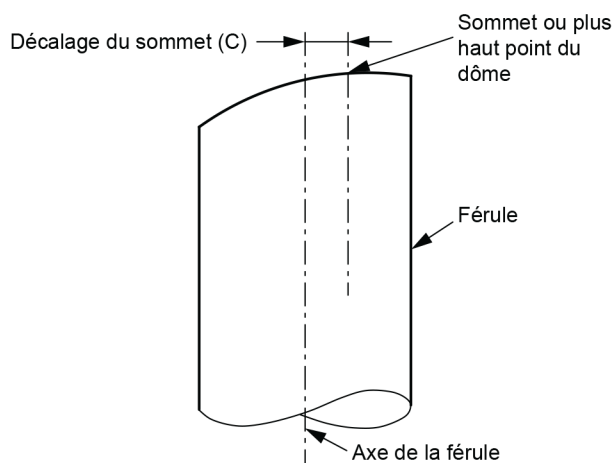
Figure 1 – Rayon de courbure de l'extrémité d'une férule polie de façon sphérique

2.2

décalage du sommet

C

distance entre l'axe de la férule et la ligne parallèle à cet axe qui passe par le sommet (ou point le plus haut du dôme), formé par polissage sphérique de la férule, comme représenté à la Figure 2



IEC

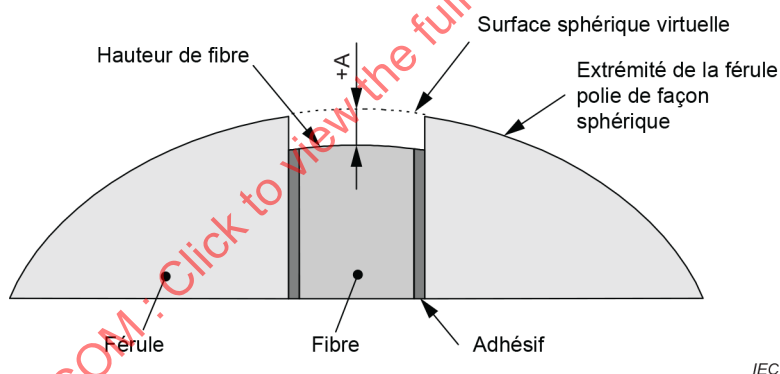
Figure 2 – Décalage du sommet de l'extrémité d'une férule polie de façon sphérique

2.3

hauteur de fibre

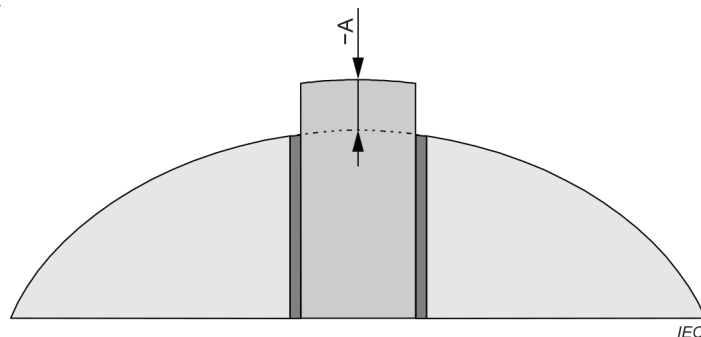
distance moyenne entre l'extrémité de la fibre et une surface sphérique virtuelle correspondant à l'extrémité de la férule polie de façon sphérique (voir l'Annexe C)

Note à l'article: Il est présumé que la région circulaire formée par l'extrémité de la férule, centrée sur l'axe de la férule, est sphérique, bien que dans la pratique l'extrémité soit souvent asphérique. Une valeur positive indique un retrait de la fibre (voir Figure 3a). Une valeur négative indique une protubérance de fibre (voir Figure 3b).



IEC

Figure 3a – Hauteur de fibre +A



IEC

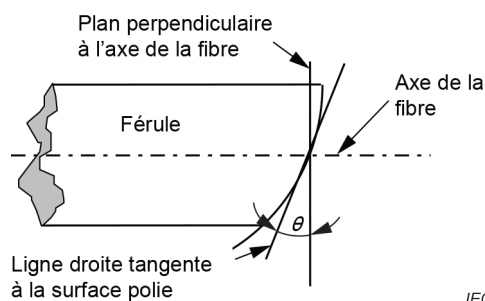
Figure 3b – Hauteur de fibre -A (protubérance)

Figure 3 – Hauteur de fibre par rapport à l'extrémité de la férule polie de façon sphérique

2.4

angle d'extrémité

angle (θ) formé par le plan perpendiculaire à l'axe de la férule, et la ligne droite tangente à la surface polie, au centre de la fibre dans la direction de l'angle nominal (voir Figure 4)



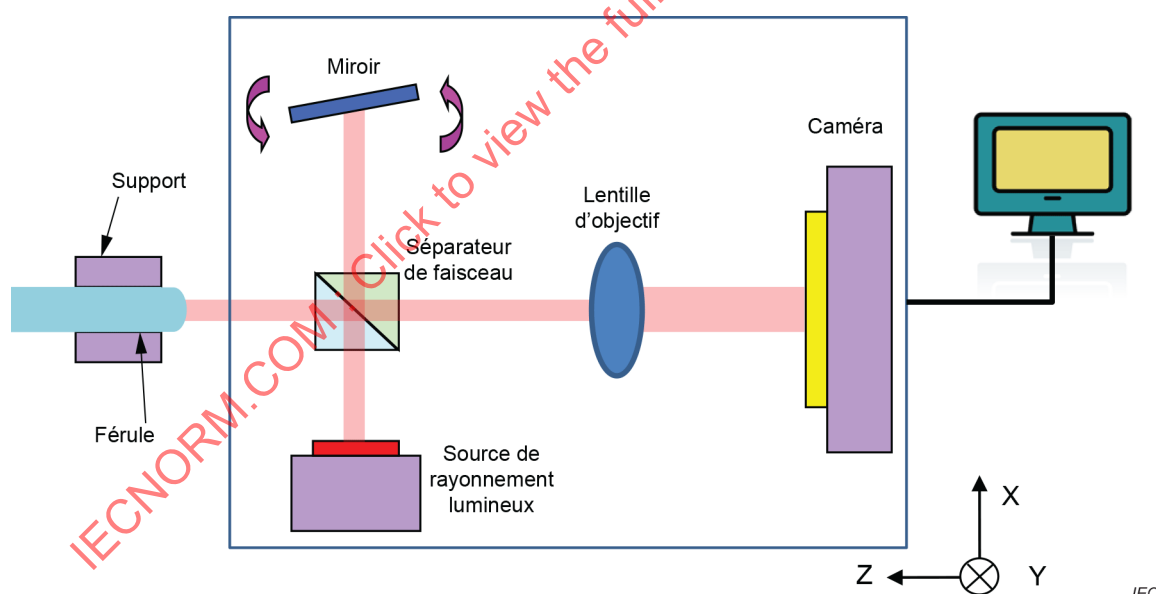
IEC

Figure 4 – Angle d'extrémité de la férule, pour les férules polies de façon sphérique

3 Mesure par interféromètre

3.1 Généralités

Une configuration d'interféromètre type est représentée à la Figure 5. L'appareillage est constitué d'un support de férule/connecteur approprié, d'un système d'interférométrie optique combiné avec un microscope et d'une caméra.



IEC

Figure 5 – Interféromètre

3.2 Support de la férule/du connecteur

Il s'agit d'un dispositif approprié pour maintenir la férule/le connecteur dans une position d'alignement fixe par rapport à l'axe optique de l'interféromètre. Le support est conçu de telle sorte que la partie de la férule la plus proche de l'extrémité est maintenue par le support. La férule doit être alignée en la maintenant sur une distance égale au moins au double du diamètre de la férule. Il convient que l'axe de la férule soit réglable de manière à la rendre parallèle à l'axe optique de l'interféromètre. En variante, ceci peut être obtenu par le positionnement du miroir de référence de l'interféromètre. Pour les férules à polissage en oblique, des ajustements sont nécessaires afin d'aligner l'axe de l'angle de polissage sur l'axe optique de l'interféromètre.

3.3 Système d'interférométrie optique

Un système d'interférométrie optique approprié (par exemple, un interféromètre de Michelson) affiche une image avec les franges d'interférence de l'extrémité de la férule.

3.4 Microscope avec caméra

L'image de l'extrémité est projetée sur la caméra avec un champ de vision minimal de 250 μm . Un logiciel traite la ou les images et calcule les paramètres exigés.

4 Exigences relatives à l'interféromètre

4.1 Etalonnage XY (rayon de courbure)

L'interféromètre doit avoir la possibilité de mesurer le rayon de courbure avec une incertitude de mesure meilleure que $\pm 0,1$ mm pour des rayons allant de 5 mm à 30 mm. Voir l'Annexe A.

4.2 Etalonnage Z (hauteur de fibre)

L'interféromètre doit avoir la possibilité de mesurer la hauteur de fibre avec une incertitude de mesure meilleure que ± 10 nm. Voir l'Annexe A.

4.3 Alignement de l'axe de la férule avec l'axe optique de l'interféromètre (étalonnage du décalage du sommet)

L'interféromètre doit avoir la possibilité de mesurer le décalage du sommet avec une différence maximale inférieure à 5 μm entre deux mesures, la deuxième mesure étant effectuée après avoir fait tourner la férule de 180°. Voir l'Annexe A.

NOTE Cet essai n'est possible qu'avec des férules sans extrémité en oblique.

4.4 Angle d'inclinaison et angle de positionnement

Lorsque des connecteurs à extrémité en oblique sont mesurés, un étalonnage de la position du support est exigé. Il convient que la mesure d'une férule polie à plat fournisse une incertitude de mesure meilleure que $\pm 0,1^\circ$ pour l'angle de positionnement, et meilleure que $\pm 0,03^\circ$ pour l'angle d'inclinaison.

NOTE L'angle de positionnement désigne l'erreur d'alignement angulaire entre la surface de couplage de la férule d'un connecteur à extrémité en oblique et son angle d'orientation de conception, par rapport à son détrompeur (voir l'Annexe B).

5 Méthode de mesure

5.1 Généralités

Pour toutes les mesures, il convient que l'instrument soit réglé de sorte que:

- un échantillon soit placé dans le support de mesure;
- l'image de l'extrémité de la férule dans la zone de la fibre soit affichée sur le moniteur;
- les franges d'interférences apparaissent sur l'extrémité de la férule;
- l'axe de la férule soit correctement aligné avec l'axe optique de l'interféromètre (« étalonnage du décalage du sommet »);
- tous les autres étalonnages de l'instrument aient été effectués;
- le système soit configuré conformément au type de mesure à effectuer (par exemple férule/connecteur à polissage PC ou APC).

5.2 Régions de mesure

Trois régions doivent être définies sur l'extrémité de la férule pour la mesure (voir Figure 6).

- Région d'ajustement: la région d'ajustement est déterminée sur la surface de la férule, et est définie par une région circulaire de diamètre D , de laquelle est soustraite une région circulaire de diamètre E (région d'extraction). La région d'ajustement doit être définie de manière à couvrir la zone de contact de l'extrémité de la férule lorsque la férule est couplée.
- Région d'extraction: la région d'extraction, qui comporte la région d'extrémité de la fibre et la région adhésive, est définie par un cercle de diamètre E .
- Région de moyennage: la région de moyennage est déterminée sur la surface de la fibre et définie par une région circulaire de diamètre F . Cette région est utilisée pour effectuer la moyenne de la hauteur de fibre (A).

Il convient que les 3 régions soient concentriques sur l'axe de la férule. Pour des connecteurs ayant un diamètre nominal de fibre de $125\text{ }\mu\text{m}$ et un rayon de courbure nominal de 5 mm à 30 mm , les valeurs des diamètres D , E et F sont les suivantes:

$D = 250\text{ }\mu\text{m}$

$E = 140\text{ }\mu\text{m}$

$F = 50\text{ }\mu\text{m}$

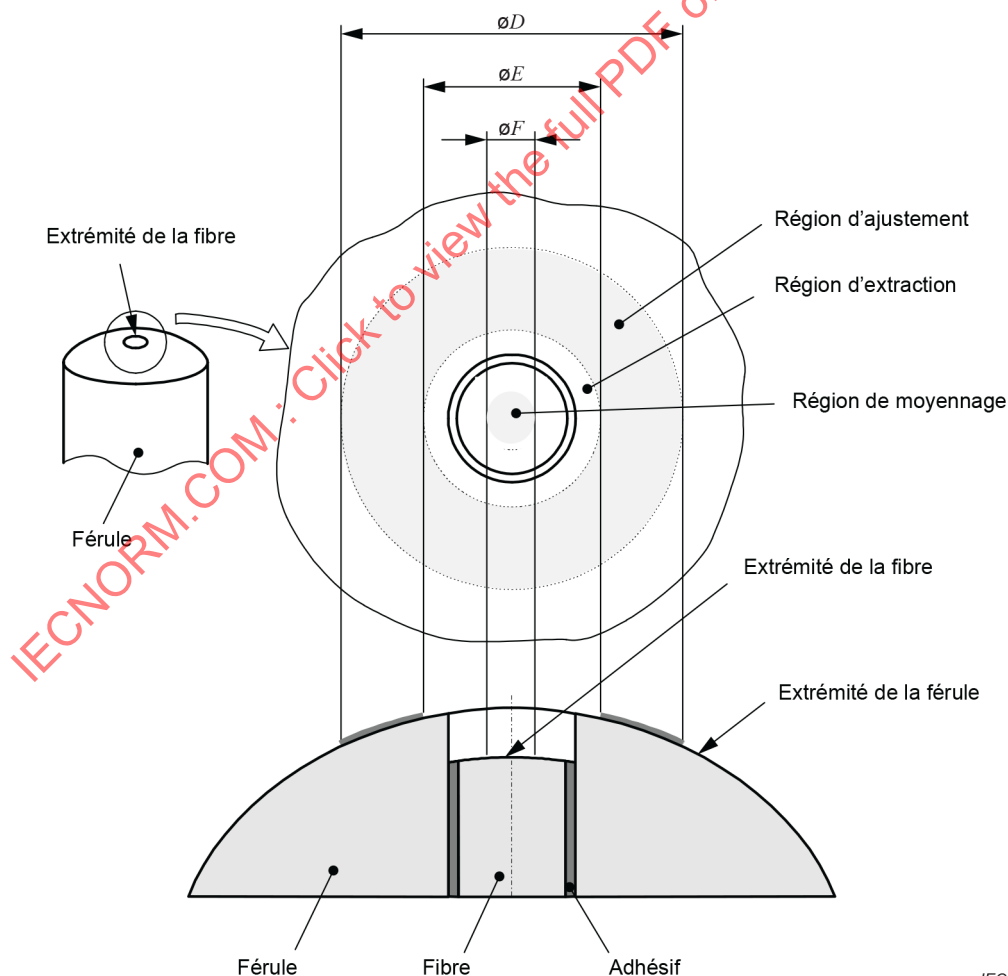


Figure 6 – Extrémité d'une férule et régions de mesure

5.3 Procédure de mesure du rayon de courbure

Les étapes suivantes doivent être suivies:

- a) mesurer la surface de l'extrémité avec l'interféromètre, en enregistrant les données tridimensionnelles de mesure de la surface sur l'unité de traitement des données de surface de l'interféromètre (voir Figure 7);
- b) corriger les données de surface en tenant compte des indices de réfraction et des coefficients d'absorption de la fibre et de la fêrle;
- c) à l'aide des données issues des régions d'ajustement, calculer le rayon de courbure de « meilleur ajustement » (voir l'Annexe C).

5.4 Procédure de mesure de l'excentricité du dôme (décalage du sommet)

Les étapes suivantes doivent être suivies:

- a) mesurer la surface de l'extrémité avec l'interféromètre, en enregistrant les données tridimensionnelles de mesure de la surface sur l'unité de traitement des données de surface de l'interféromètre (voir Figure 7);
- b) corriger les données de surface en tenant compte des indices de réfraction et des coefficients d'absorption de la fibre et de la fêrle;
- c) d'après l'analyse de la ou des images d'interférence, la distance normale entre le centre de la sphère (voir l'Annexe C) ajustée sur la surface correspondant à la région d'ajustement et l'axe de la fibre doit être mesurée. Cette valeur correspond au décalage du sommet.

5.5 Procédure de mesure de la hauteur de fibre

Les étapes suivantes doivent être suivies:

- a) mesurer la surface de l'extrémité avec l'interféromètre, en enregistrant les données tridimensionnelles de mesure de la surface sur l'unité de traitement des données de surface de l'interféromètre (voir Figure 7);
- b) corriger les données de surface en tenant compte des indices de réfraction et des coefficients d'absorption de la fibre et de la fêrle;
- c) évaluer A, en utilisant uniquement les données au sein de la région de moyennage et de la région d'ajustement (voir les figures de la Figure 7 à la Figure 10, et l'Annexe C).

Le calcul doit être effectué comme suit:

- 1) créer une surface convertie d'après les données de surface corrigées, en soustrayant le rayon de courbure de « meilleur ajustement » des données de surface sphérique correspondant à la région d'ajustement. La région d'ajustement de la surface convertie peut être plate lorsque l'extrémité de la fêrle présente une surface sphérique idéale (voir Figure 9);
- 2) calculer une hauteur de surface moyenne sur la région de moyennage de la fibre et une hauteur de surface moyenne sur la partie de fêrle ajustée d'après la surface convertie. La hauteur de fibre, A, est mesurée comme étant la différence entre les deux hauteurs de surface moyennes, comme représenté à la Figure 10. Une valeur positive indique un retrait de la fibre. Une valeur négative indique une protubérance de fibre.

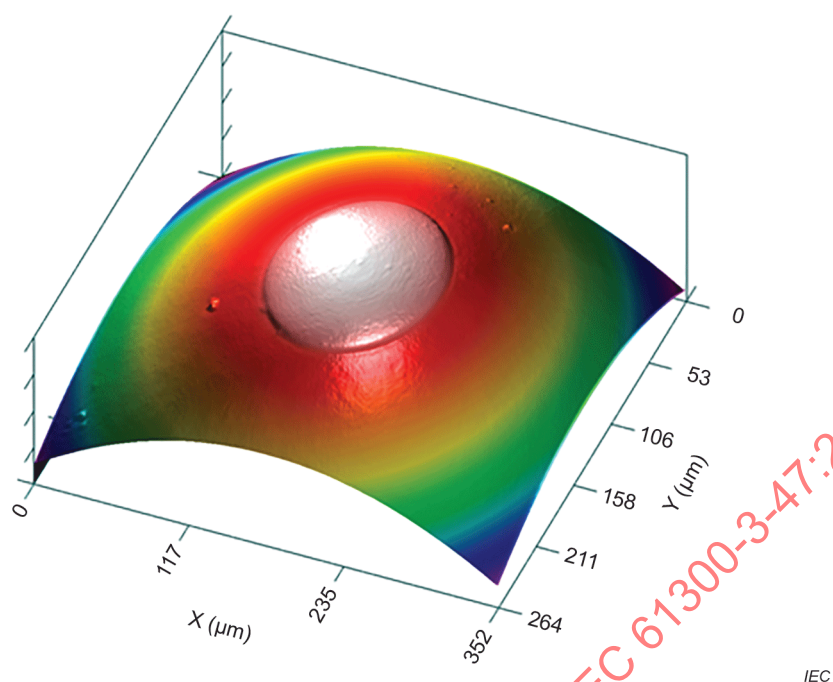


Figure 7 – Surface de l'extrémité de la férule

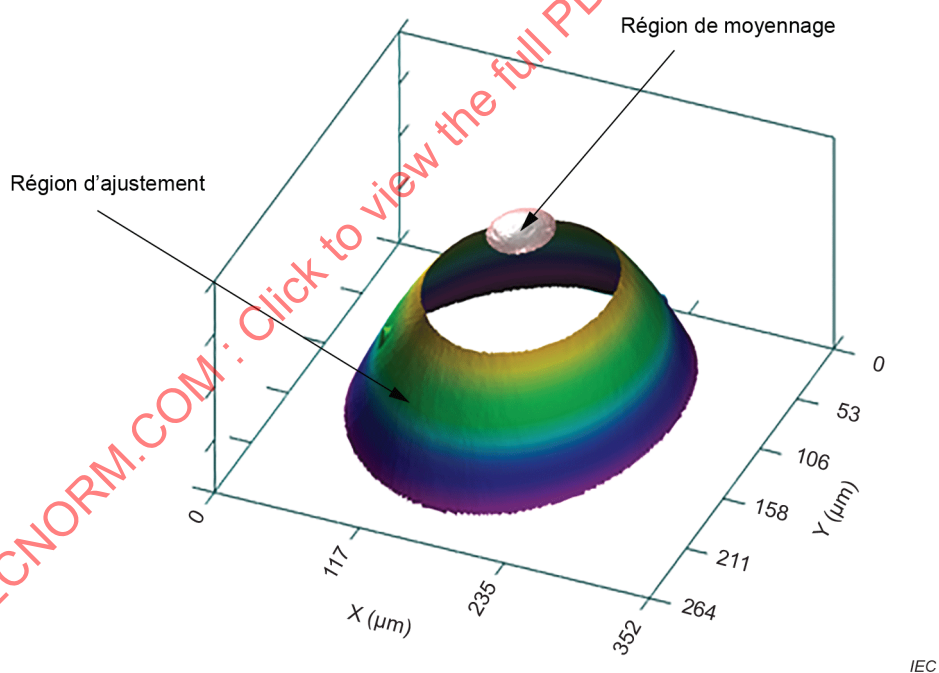


Figure 8 – Région d'ajustement et région de moyennage de la surface de l'extrémité de la férule

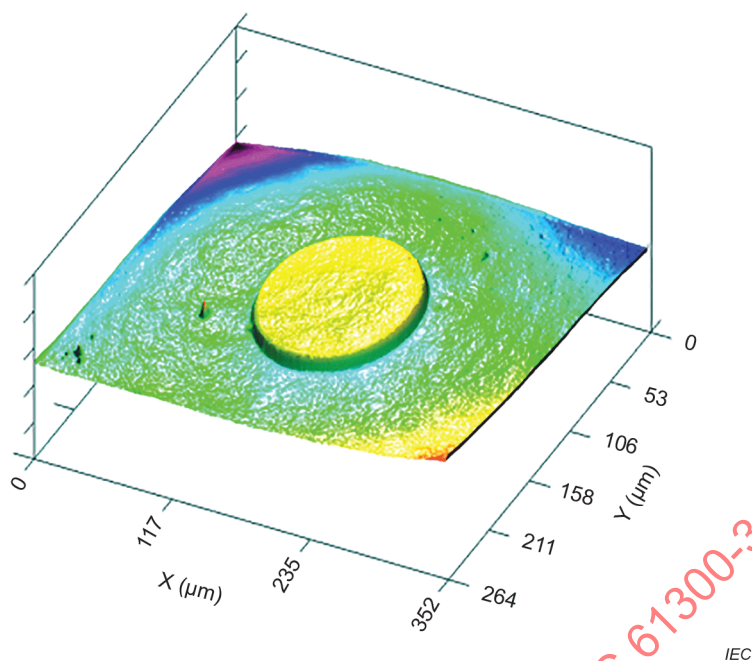


Figure 9 – Surface convertie de l'extrémité de la férule

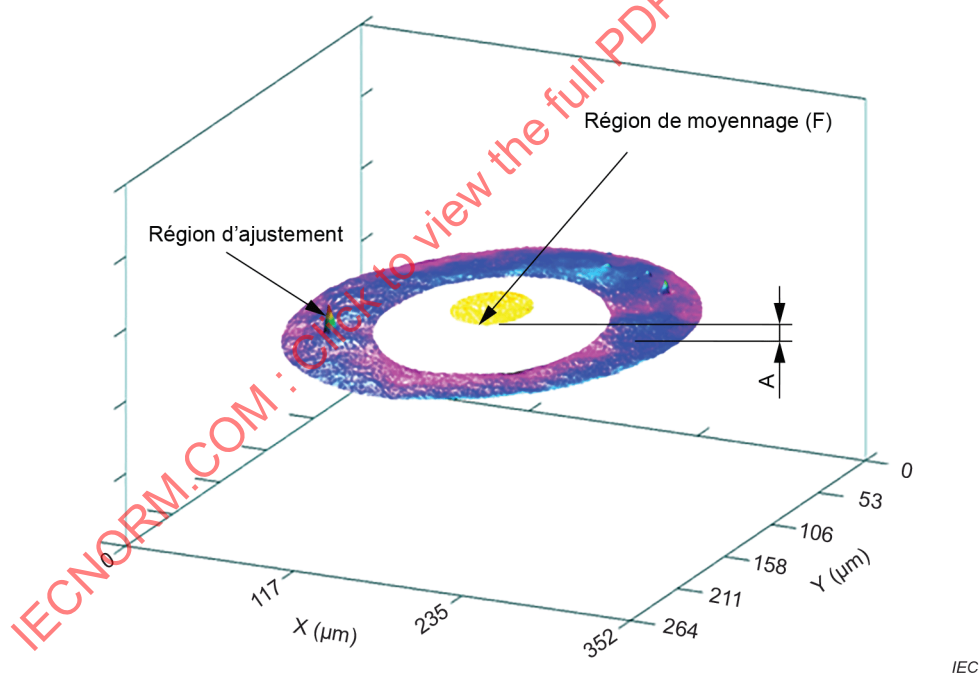


Figure 10 – Surface convertie de l'extrémité de la férule, excluant la région d'extraction

Il convient de tenir compte de la différence des indices de réfraction et des coefficients d'absorption entre la férule et la fibre lors du traitement des données de surface mesurées. Si la procédure est exécutée sans tenir compte de cette différence, la procédure décrite dans le présent article peut ne pas représenter exactement le retrait ou la protubérance de la fibre.