

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
61300-3-23**

Première édition
First edition
1998-04

**Dispositifs d'interconnexion et composants
passifs à fibres optiques –
Méthodes fondamentales d'essais et de mesures –**

**Partie 3-23:
Examens et mesures –
Position de la fibre par rapport à l'extrémité
de l'embout**

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

**Part 3-23:
Examination and measurements –
Fibre position relative to ferrule endface**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 61300-3-23:1998

Numéros des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

Publications 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.

Validité de la présente publication

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 la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- **«Site web» de la CEI***
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement (Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
Disponible à la fois au «site web» de la CEI et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VIE).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. 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.

Validity of this publication

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 the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

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 to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates (On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61300-3-23

Première édition
First edition
1998-04

**Dispositifs d'interconnexion et composants
passifs à fibres optiques –
Méthodes fondamentales d'essais et de mesures –**

**Partie 3-23:
Examens et mesures –
Position de la fibre par rapport à l'extrémité
de l'embout**

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

**Part 3-23:
Examinations and measurements –
Fibre position relative to ferrule endface**

© IEC 1998 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
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembé Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch
IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

Q

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
Articles	
1 Généralités	6
1.1 Domaine d'application et objet.....	6
1.2 Description générale	6
2 Appareillage	8
2.1 Méthode 1 – Analyse de surface deux dimensions.....	8
2.2 Méthode 2 – Analyse de surface trois dimensions par système interférométrique	10
2.3 Méthode 3 – Analyse de surface deux dimensions par système interférométrique	12
3 Procédure	16
3.1 Régions de mesure.....	16
3.2 Méthode 1 – Analyse de surface deux dimensions.....	18
3.3 Méthode 2 – Analyse de surface trois dimensions par système interférométrique	22
3.4 Méthode 3 – Analyse de surface deux dimensions par système interférométrique	26
4 Détails à spécifier.....	30
4.1 Méthode 1 – Analyse de surface deux dimensions.....	30
4.2 Méthode 2 – Analyse de surface trois dimensions par système interférométrique	30
4.3 Méthode 3 – Analyse de surface deux dimensions par système interférométrique	30
Figures	
1 Enfoncement et protubérance de la fibre d'une extrémité d'embout polie de manière sphérique	6
2 Appareillage pour analyse de surface deux dimensions	8
3 Appareillage pour analyse de surface trois dimensions par système interférométrique	12
4 Appareillage pour analyse de surface deux dimensions par système interférométrique	14
5 Extrémité de l'embout et régions de mesure	16
6 Profil converti de l'extrémité de l'embout.....	20
7 Types de profils convertis de l'extrémité de l'embout.....	20
8 Surface de l'extrémité de l'embout	24
9 Région de placement et région de moyenne de la surface de l'extrémité de l'embout .	24
10 Surface convertie de toute l'extrémité de l'embout (voir figure 8).....	24
11 Surface convertie de l'extrémité de l'embout sans la région d'extraction (voir figure 9)	26
12 Image interférométrique du microscope et courbe lumineuse d'intensité acquise pour la ligne choisie avec la fonction théorique de placement	28
A.1 Profil d'embout acquis et profil rectifié	34
Annexe A (informative) – Evaluation de l'enfoncement ou de la protubérance.....	32

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
Clause	
1 General	7
1.1 Scope and object	7
1.2 General description	7
2 Apparatus	9
2.1 Method 1 – Two-dimensional surface analysis	9
2.2 Method 2 – Three-dimensional surface analysis by interferometry system	11
2.3 Method 3 – Two-dimensional surface analysis by interferometry system	13
3 Procedure	17
3.1 Measurement regions	17
3.2 Method 1 – Two-dimensional surface analysis	19
3.3 Method 2 – Three-dimensional surface analysis by interferometry system	23
3.4 Method 3 – Two-dimensional surface analysis by interferometry system	27
4 Details to be specified	31
4.1 Method 1 – Two-dimensional surface analysis	31
4.2 Method 2 – Three-dimensional interferometry analysis	31
4.3 Method 3 – Two-dimensional surface analysis by interferometry system	31
Figures	
1 Fibre undercut and protrusion of spherically polished ferrule endface	7
2 Apparatus for two-dimensional surface analysis	9
3 Apparatus for three-dimensional surface analysis by interferometry system	13
4 Apparatus for two-dimensional surface analysis by interferometry system	15
5 Ferrule endface and measurement regions	17
6 Converted ferrule endface profile	21
7 Types of converted ferrule endface profile	21
8 Ferrule endface surface	25
9 Fitting region and averaging region of the ferrule endface surface	25
10 Converted endface surface of the global ferrule (see figure 8)	25
11 Converted ferrule endface surface subtracting the extracting region (see figure 9)	27
12 Interferometry image from the microscope and the acquired intensity light curve relevant to the selected row with the fitting theoretical function	29
A.1 Acquired ferrule profile and rectified profile	35
Annex A (informative) – Undercut or protrusion evaluation	33

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

DISPOSITIFS D'INTERCONNEXION ET COMPOSANTS PASSIFS
À FIBRES OPTIQUES –
MÉTHODES FONDAMENTALES D'ESSAIS ET DE MESURES –

Partie 3-23: Examens et mesures –
Position de la fibre par rapport à l'extrémité de l'embout

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) 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. 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 intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale 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 61300-3-23 a été établie par le sous-comité 86B: Dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques, du comité d'études 86 de la CEI: Fibres optiques.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
86B/1056/FDIS	86B/1083/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.

L'annexe A est donnée uniquement à titre d'information.

La CEI 61300 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général de *Dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques – Méthodes fondamentales d'essais et de mesures*:

Partie 1: Généralités et guide

Partie 2: Essais

Partie 3: Examens et mesures

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

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

**Part 3-23: Examination and measurements –
Fibre position relative to ferrule endface**

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the 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, the IEC publishes International Standards. 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. The 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 the 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 National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 61300-3-23 has been prepared by subcommittee 86B: Fibre optic interconnecting devices and passive components, of IEC technical committee 86: Fibre optics.

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

FDIS	Report on voting
86B/1056/FDIS	86B/1083/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.

Annex A is for information only.

IEC 61300 consists of the following parts, under the general title *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures*:

Part 1: General and guidance

Part 2: Tests

Part 3: Examination and measurements

DISPOSITIFS D'INTERCONNEXION ET COMPOSANTS PASSIFS
À FIBRES OPTIQUES –
MÉTHODES FONDAMENTALES D'ESSAIS ET DE MESURES –

Partie 3-23: Examens et mesures –
Position de la fibre par rapport à l'extrémité de l'embout

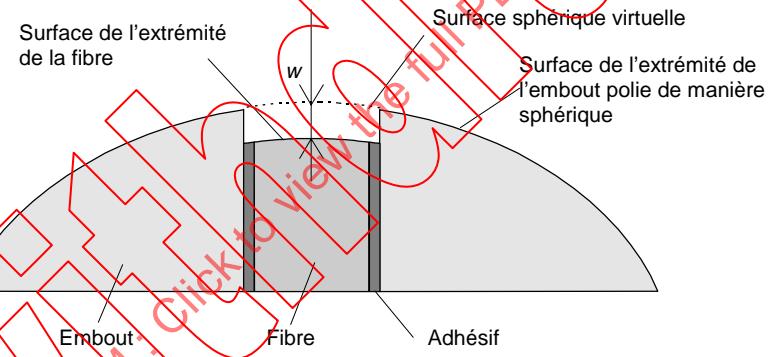
1 Généralités

1.1 Domaine d'application et objet

La méthode exposée dans la présente partie de la CEI 61300 est destinée à mesurer la position de la fibre par rapport à une extrémité d'embout polie de manière sphérique, position qui correspond à un enfoncement ou à une protubérance de la fibre.

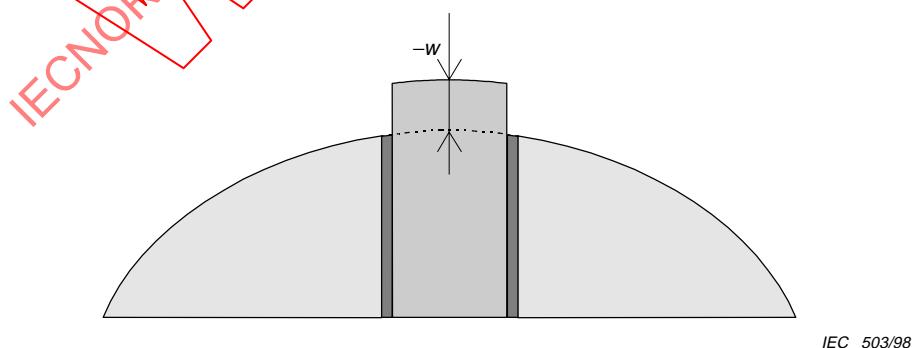
1.2 Description générale

L'enfoncement $+w$ ou la protubérance $-w$ de la fibre d'un embout poli de manière sphérique sont définis comme étant la distance moyenne entre l'extrémité de la fibre et une surface sphérique virtuelle placée sur l'extrémité de l'embout poli de manière sphérique. On considère que la zone circulaire de l'extrémité d'un embout, qui est centrée par rapport à l'axe de l'embout, est sphérique, bien qu'en pratique l'extrémité soit souvent asphérique.



IEC 502/98

Figure 1a - Enfoncement de la fibre $+w$



IEC 503/98

Figure 1b - Protubérance de la fibre $-w$

Figure 1 – Enfoncement et protubérance de la fibre d'une extrémité d'embout polie de manière sphérique

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

Part 3-23: Examination and measurements – Fibre position relative to ferrule endface

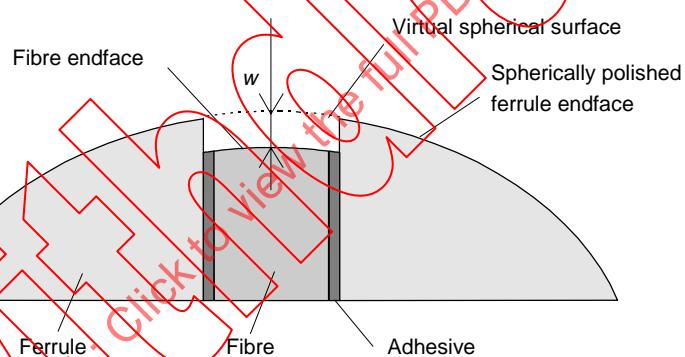
1 General

1.1 Scope and object

The purpose of the procedure described this part of IEC 61300 is to measure the fibre position relative to the ferrule endface of a spherically polished ferrule, that is a fibre undercut or a fibre protrusion.

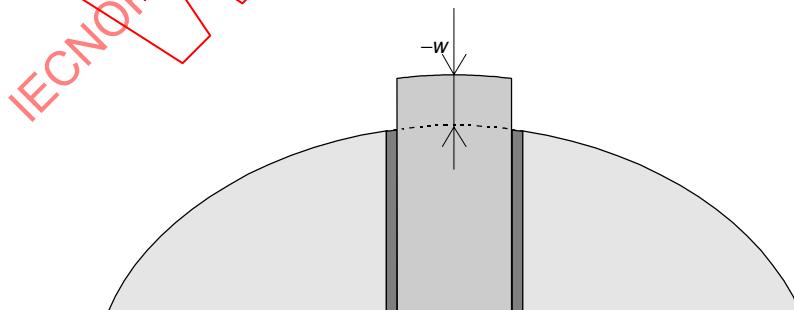
1.2 General description

The fibre undercut $+w$ or protrusion $-w$ of a spherically polished ferrule is defined as the average distance between a fibre endface and a virtual spherical surface which is fitted to the spherically polished ferrule endface. It is assumed that a circle region of the ferrule endface, which is centred to the ferrule axis, is spherical, although in practice the endface is often aspherical.



IEC 502/98

Figure 1a - Fibre undercut $+w$



IEC 503/98

Figure 1b - Fibre protrusion $-w$

Figure 1 – Fibre undercut and protrusion of spherically polished ferrule endface

Trois méthodes pour mesurer l'enfoncement ou la protubérance de la fibre sont décrites dans la présente norme:

- méthode 1: analyse de la surface de l'extrémité avec un analyseur de surface deux dimensions;
- méthode 2: analyse de la surface de l'extrémité avec un analyseur de surface trois dimensions de type interférométrique;
- méthode 3: analyse de la surface de l'extrémité avec un analyseur de surface deux dimensions de type interférométrique.

La méthode 1 est la méthode de référence.

2 Appareillage

2.1 Méthode 1 – Analyse de surface deux dimensions

L'appareillage nécessaire pour cette méthode, qui comprend un porte-embout adapté, une platine de positionnement et un analyseur de surface deux dimensions, est représenté à la figure 2.

2.1.1 Porte-embout

Le porte-embout est un dispositif adapté servant à maintenir l'embout dans une position fixe verticale ou, dans le cas d'un type d'embout avec angle, dans une position inclinée.

2.1.2 Platine de positionnement

Le porte-embout est fixé à la platine de positionnement, qui doit permettre le déplacement du porte-embout à la position appropriée. La platine doit être d'une rigidité suffisante pour que l'extrémité de l'embout soit mesurée avec une précision de quelques nanomètres.

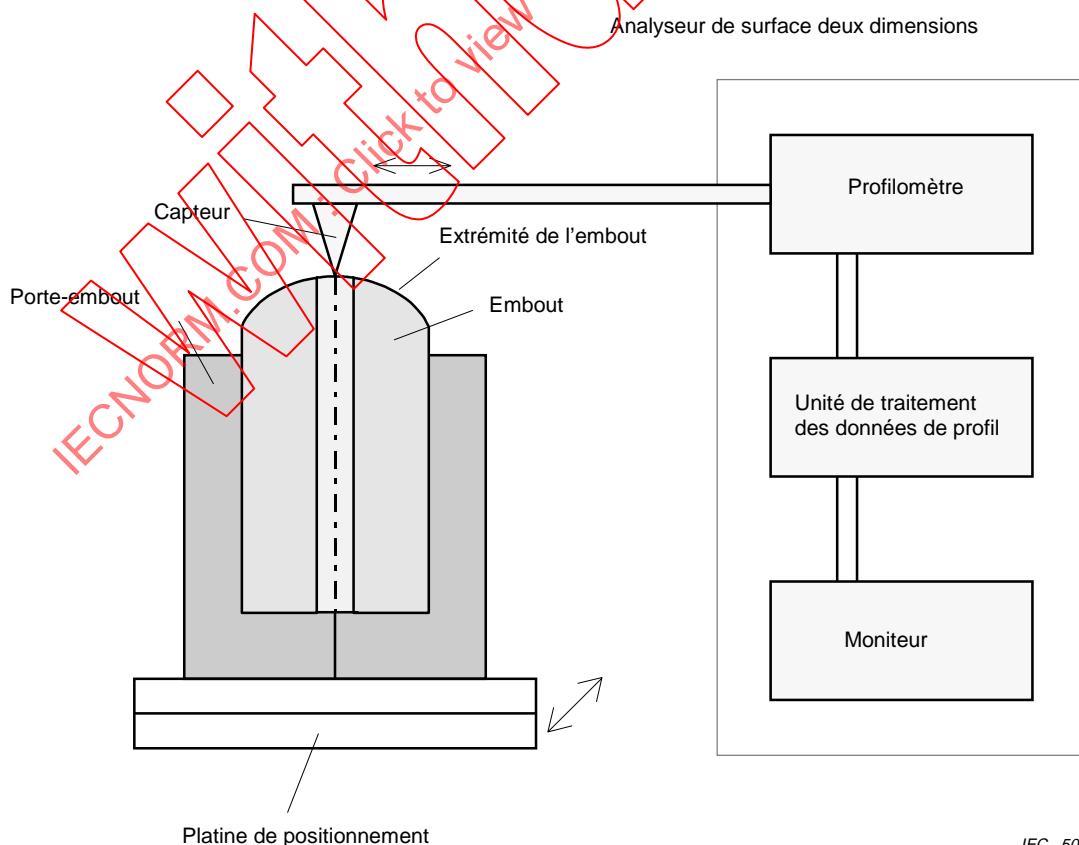


Figure 2 – Appareillage pour analyse de surface deux dimensions

Three methods are described in this standard for measuring the fibre undercut or protrusion:

- method 1: analyzing the endface with a two-dimensional surface analyzer;
- method 2: analyzing the endface with a three-dimensional interferometry type surface analyzer;
- method 3: analyzing the endface with a two-dimensional interferometry type surface analyzer.

Method 1 is the reference method.

2 Apparatus

2.1 Method 1 – Two-dimensional surface analysis

The apparatus shown in figure 2 consists of a suitable ferrule holder, a positioning stage and a two-dimensional surface analyzer.

2.1.1 Ferrule holder

The ferrule holder is a suitable device to hold the ferrule in a fixed vertical position, or in a tilted position in the case of an angled ferrule type.

2.1.2 Positioning stage

The ferrule holder is fixed to the positioning stage, which shall enable the holder to be moved to the appropriate position. The stage shall have enough rigidity so as to measure the ferrule endface with a precision of some nanometres.

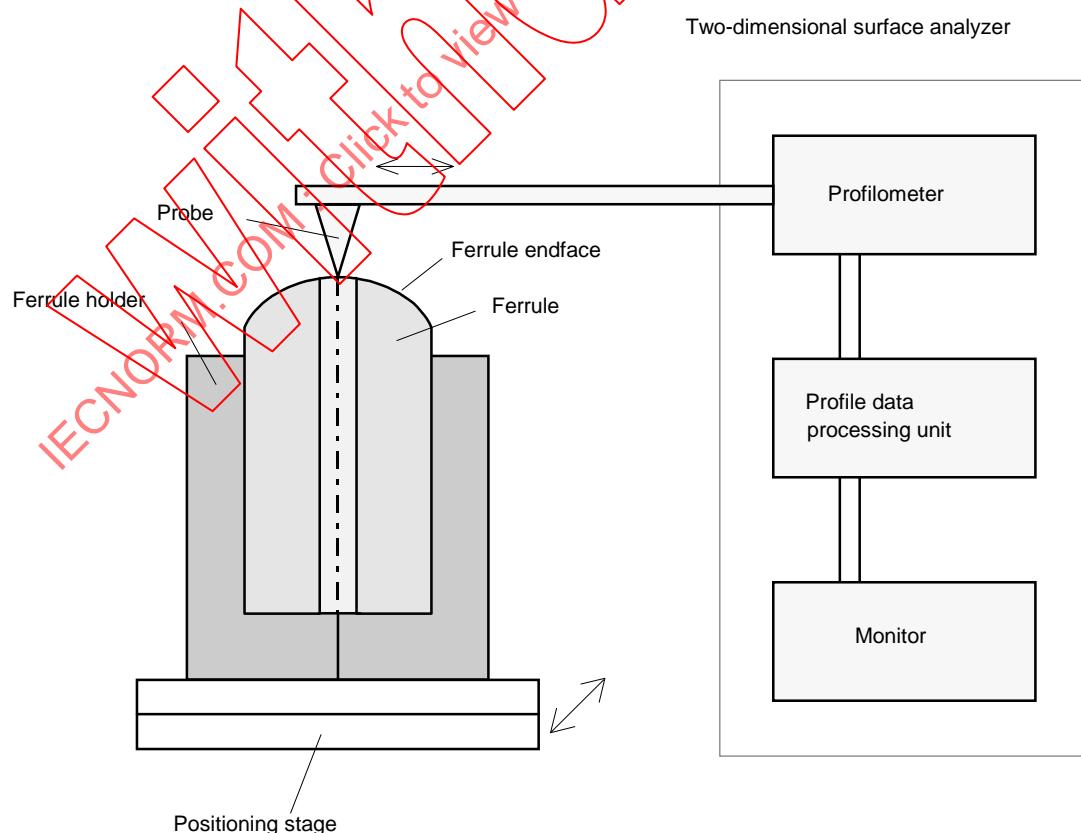


Figure 2 – Apparatus for two-dimensional surface analysis

2.1.3 Analyseur de surface deux dimensions

L'analyseur de surface deux dimensions doit permettre de mesurer le profil de l'extrémité de l'embout avec une précision supérieure à ± 10 nm. L'analyseur doit comprendre un profilomètre, une unité de traitement des données de profil et un moniteur.

Le profilomètre doit être équipé d'un capteur de type à coin monté de telle manière que le mouvement du tracé soit perpendiculaire à l'axe de l'embout.

L'unité de traitement des données de profil doit permettre le traitement des données de profil de manière à mesurer l'enfoncement ou la protubérance de la fibre: l'unité calcule un cercle idéal placé sur l'extrémité de l'embout sphérique à partir des données de profil mesurées et calcule des données converties à partir des données de profil mesurées en extrayant les données du cercle idéal.

Le moniteur doit afficher les profils mesurés et calculés.

2.2 Méthode 2 – Analyse de surface trois dimensions par système interférométrique

L'appareillage nécessaire pour cette méthode, qui comprend un porte-embout adapté, une platine de positionnement et un analyseur interférométrique trois dimensions, est représenté à la figure 3.

2.2.1 Porte-embout

Le porte-embout est un dispositif adapté servant à maintenir l'embout dans une position fixe verticale ou, dans le cas d'un type d'embout avec angle, dans une position inclinée.

2.2.2 Platine de positionnement

Le porte-embout est fixé à la platine de positionnement, qui doit permettre le déplacement du porte-embout à la position appropriée. La platine doit être d'une rigidité suffisante pour que l'extrémité de l'embout soit mesurée avec une précision de quelques nanomètres.

2.2.3 Analyseur interférométrique trois dimensions

L'analyseur interférométrique trois dimensions doit permettre de mesurer la surface de l'extrémité de l'embout avec une précision supérieure à ± 10 nm. L'analyseur doit comprendre un ensemble microscope, une unité de traitement des données de surface et un moniteur.

L'ensemble microscope doit comprendre un microscope interférentiel, un régulateur et un dispositif à balayage d'image. Le microscope interférentiel équipé d'un objectif est monté de manière que son mouvement soit parallèle à l'axe de l'embout. Le régulateur déplace l'objectif verticalement. Le dispositif à balayage d'image convertit les signaux d'image d'interférence en données de position.

L'unité de traitement des données de surface doit permettre le traitement des données de position de manière à mesurer l'enfoncement ou la protubérance de la fibre: l'unité calcule une surface sphérique idéale placée sur l'extrémité de l'embout sphérique à partir des données de surface mesurées et calcule des données de surface converties à partir des données de surface mesurées en extrayant les données de surface sphérique idéale. L'unité est également en mesure de corriger les données de surface en tenant compte de la différence des indices de réfraction et des coefficients d'absorption de la fibre et de l'embout.

Le moniteur doit afficher les profils de surface trois dimensions mesurés et calculés.

2.1.3 Two-dimensional surface analyzer

The two-dimensional surface analyzer shall have an ability to measure the profile of the ferrule endface with an accuracy better than ± 10 nm. The analyzer shall consist of a profilometer, a profile data processing unit and a monitor.

The profilometer shall be equipped with a wedge type probe arranged so that the motion of the trace is perpendicular to the ferrule axis.

The profile data processing unit shall be able to process the profile data so as to measure the fibre undercut or protrusion: the unit calculates an ideal circle fitted to the spherical ferrule endface from the measured profile data and calculates converted data from the measured profile data by extracting the ideal circle data.

The monitor shall display the measured and calculated profiles.

2.2 Method 2 – Three-dimensional surface analysis by interferometry system

The apparatus shown in figure 3 consists of a suitable ferrule holder, a positioning stage and a three-dimensional interferometry analyzer.

2.2.1 Ferrule holder

The ferrule holder is a suitable device to hold the ferrule in a fixed vertical position, or in a tilted position in the case of an angled ferrule type.

2.2.2 Positioning stage

The ferrule holder is fixed to the positioning stage, which shall enable the holder to be moved to the appropriate position. The stage shall have enough rigidity so as to measure the ferrule endface with a precision of some nanometres.

2.2.3 Three-dimensional interferometry analyzer

The three-dimensional interferometry analyzer shall have an ability to measure the surface of the ferrule endface with an accuracy better than ± 10 nm. The analyzer shall consist of a microscope unit, a surface data processing unit, and a monitor.

The microscope unit shall consist of an interference microscope, an actuator, and an image scanner. The interference microscope equipped with an objective is arranged so that its motion is parallel to the axis of the ferrule. The actuator transports the objective vertically. The image scanner converts interference image signals into position data.

The surface data processing unit shall be able to process the position data so as to measure the fibre undercut or protrusion: the unit calculates an ideal spherical surface fitted to the spherical ferrule endface from the measured surface data and calculates converted surface data from the measured surface data by extracting the ideal spherical surface data. The unit also has an ability to correct the surface data taking into account the difference in refractive indices and absorption coefficients of the fibre and the ferrule.

The monitor shall display the measured and calculated three-dimensional surface profiles.

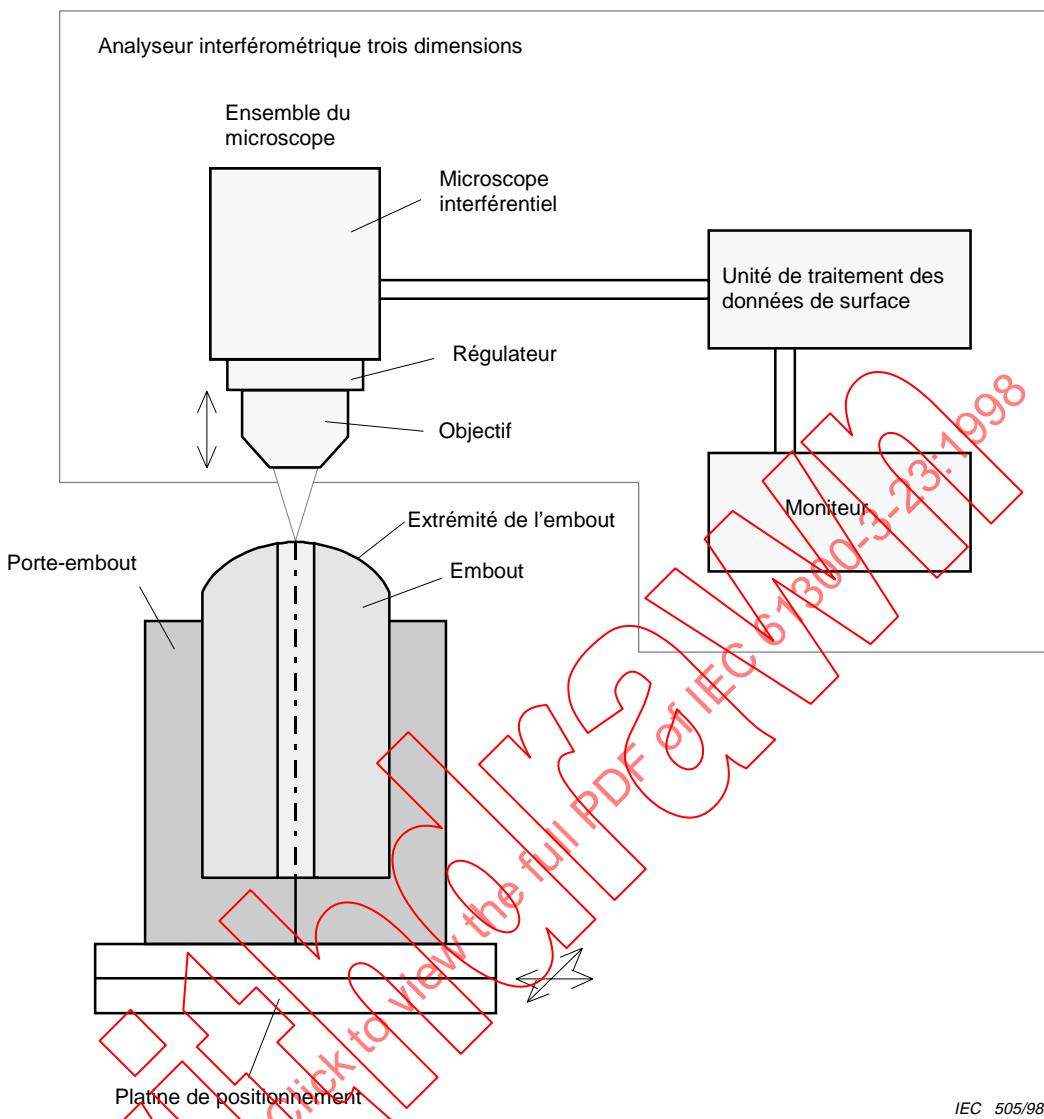


Figure 3 – Appareillage pour analyse de surface trois dimensions par système interférométrique

2.3 Méthode 3 – Analyse de surface deux dimensions par système interférométrique

L'appareillage nécessaire pour cette méthode, qui comprend un porte-embout adapté, une platine de positionnement et un analyseur interférométrique deux dimensions, est représenté à la figure 4.

2.3.1 Porte-embout

Le porte-embout est un dispositif adapté servant à maintenir l'embout dans une position fixe verticale ou, dans le cas d'un type d'embout avec angle, dans une position inclinée.

2.3.2 Platine de positionnement

Le porte-embout est fixé à la platine de positionnement, qui doit permettre le déplacement du porte-embout à la position appropriée. La platine doit être d'une rigidité suffisante pour que l'extrémité de l'embout soit mesurée avec une précision de quelques nanomètres.

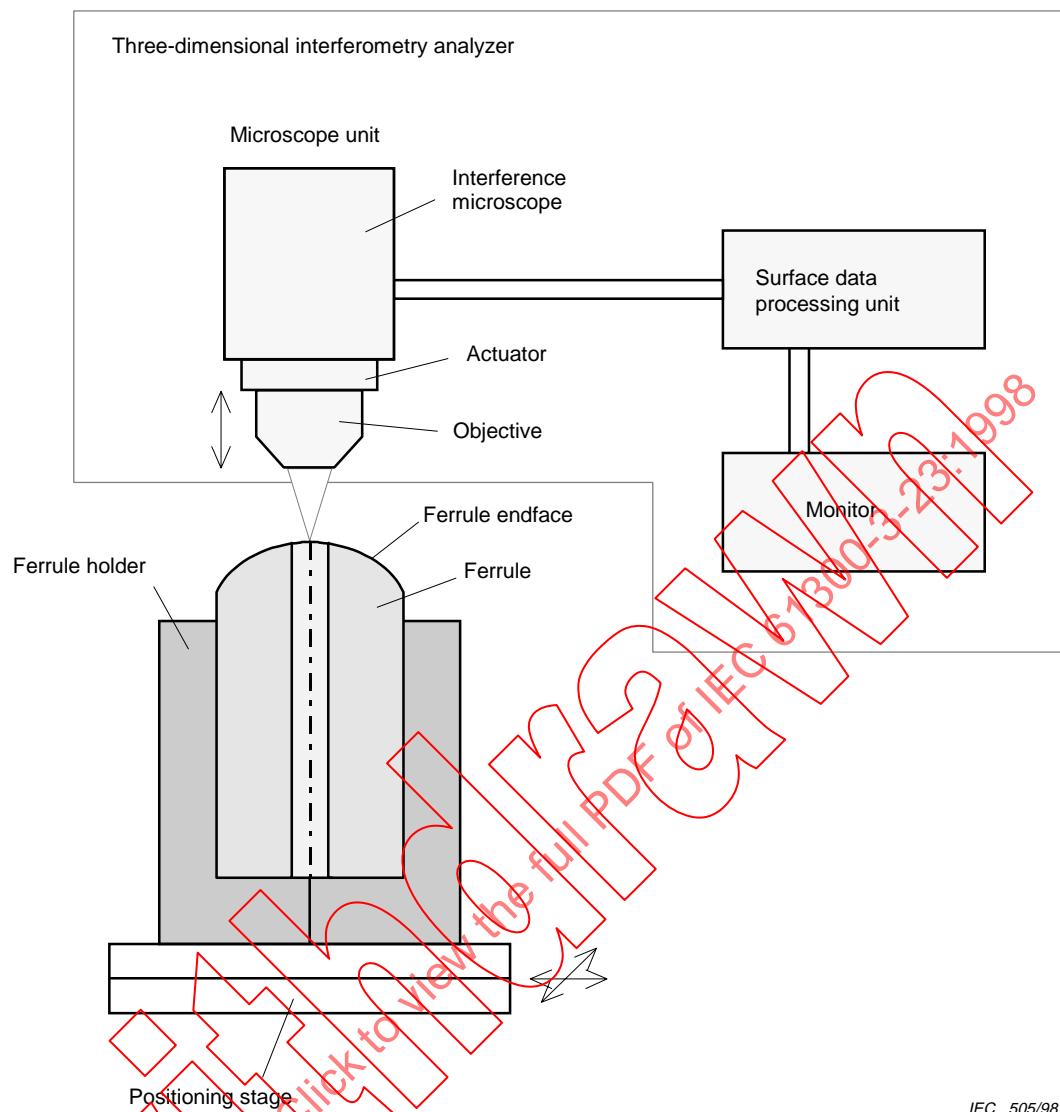


Figure 3 – Apparatus for three-dimensional surface analysis by interferometry system

2.3 Method 3 – Two-dimensional surface analysis by interferometry system

The apparatus shown in figure 4 consists of a suitable ferrule holder, a positioning stage, and a two-dimensional interferometry analyzer.

2.3.1 Ferrule holder

The ferrule holder is a suitable device to hold the ferrule in a fixed vertical position, or in a tilted position in the case of an angled ferrule type.

2.3.2 Positioning stage

The ferrule holder is fixed to the positioning stage, which shall enable the holder to be moved to the appropriate position. The stage shall have enough rigidity so as to measure the ferrule endface with a precision of some nanometres.

2.3.3 Analyseur interférométrique deux dimensions

L'analyseur interférométrique deux dimensions doit permettre de mesurer le profil de l'extrémité de l'embout avec une précision supérieure à ± 10 nm. L'analyseur doit comprendre un ensemble microscope avec une source de lumière monochromatique, une unité de traitement des données d'image et un moniteur.

L'ensemble microscope doit comprendre un microscope interférentiel équipé d'une caméra vidéo pour envoyer l'image d'interférence de la surface de l'embout au tableau vidéo de l'unité de traitement des données d'image.

L'unité de traitement des données d'image doit permettre le traitement d'une ligne (ou d'un groupe de lignes proches pour couvrir une bande basse) de l'image vidéo passant à travers le diamètre de la fibre: l'unité calcule les paramètres caractéristiques (fréquence et phase) de la courbe d'intensité lumineuse d'interférence de la ligne analysée en adaptant les données acquises avec une fonction théorique. L'enfoncement ou la protubérance sont évalués à partir du changement de phase des franges d'interférence dans la zone de fibre par rapport à celles des zones de l'embout. Il faut que le système soit en mesure de reconnaître les changements de phase 2π . L'unité peut également corriger les données de surface en tenant compte de la différence des indices de réfraction et des coefficients d'absorption de la fibre et de l'embout.

Le moniteur doit afficher la courbe d'intensité lumineuse, les fonctions d'adaptation et les résultats des mesures.

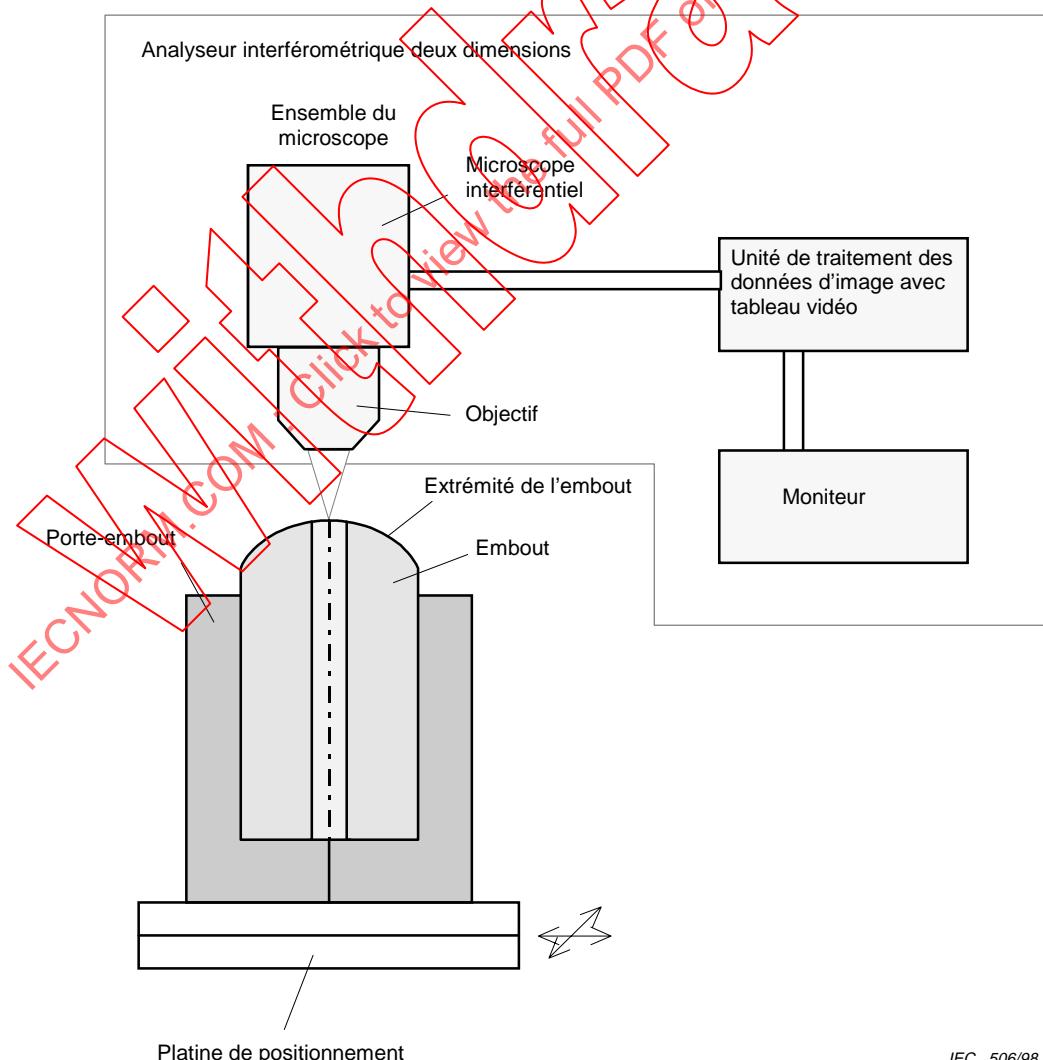


Figure 4 – Appareillage pour analyse de surface deux dimensions par système interférométrique

2.3.3 Two-dimensional interferometry analyzer

The two-dimensional interferometry analyzer shall have the ability to measure the profile of the ferrule endface with an accuracy better than ± 10 nm. The analyzer shall consist of a microscope unit with a monochromatic light source, an image data processing unit, and a monitor.

The microscope unit shall consist of an interference microscope equipped with a video camera to send the interference image of the ferrule surface to the video board of the image data processing unit.

The image data processing unit shall be able to process a row (or a group of close rows to cover a narrow stripe) of the video image passing across a fibre diameter: the unit calculates the characteristic parameters (frequency and phase) of the interference light intensity curve of the analyzed row by fitting the acquired data with a theoretical function. The undercut or protrusion are evaluated from the phase shift of the interference fringes in the fibre zone in respect to the ones in the ferrule zones. The system must be able to recognize the 2π phase shifts. The unit also has an ability to correct the surface data taking into account the differences in refractive indices and absorption coefficients of the fibre and the ferrule.

The monitor shall display the light intensity curve, the fitting functions and the measurement results.

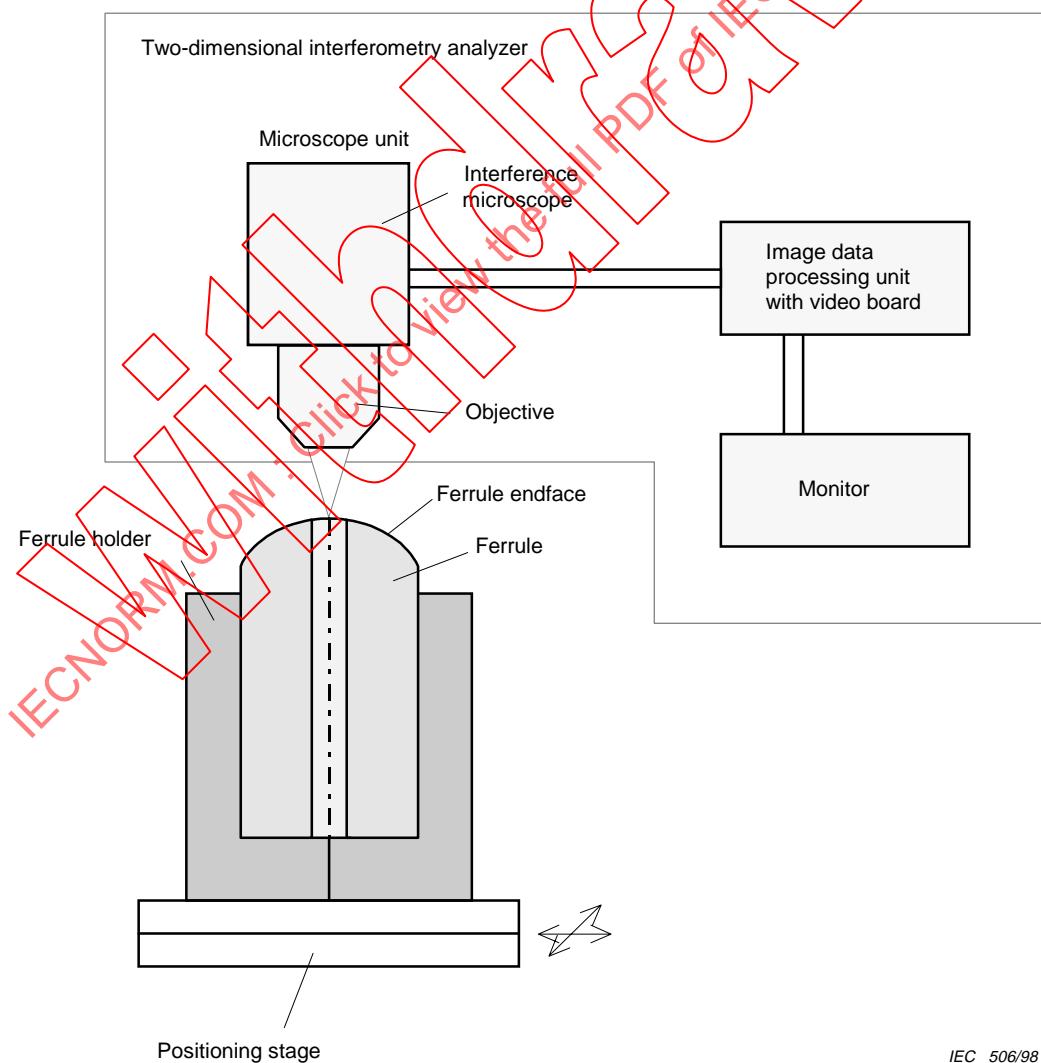


Figure 4 – Apparatus for two-dimensional surface analysis by interferometry system

3 Procédure

3.1 Régions de mesure

Trois régions doivent être définies sur l'extrémité de l'embout pour la mesure (voir figure 5):

- région de placement:* la région de placement est définie, sur la surface de l'embout, par une région circulaire de diamètre D moins le diamètre E de la région d'extraction. La région de placement doit être définie de manière à couvrir la zone de contact de l'extrémité de l'embout lorsque l'embout est accouplé;
- région d'extraction:* la région d'extraction, qui englobe la région de l'extrémité de la fibre et la région de l'adhésif, est définie par un cercle de diamètre E ;
- région de moyenne:* la région de moyenne est définie, sur la surface de la fibre, par un cercle de diamètre F .

Ces trois régions doivent être centrées sur l'axe de l'embout. Pour des connecteurs de diamètre de fibre nominal de 125 μm et de rayon de courbure de la surface d'extrémité d'embout polie de manière sphérique d'environ 8 mm à 25 mm, les valeurs des diamètres D , E et F sont les suivantes:

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

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

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

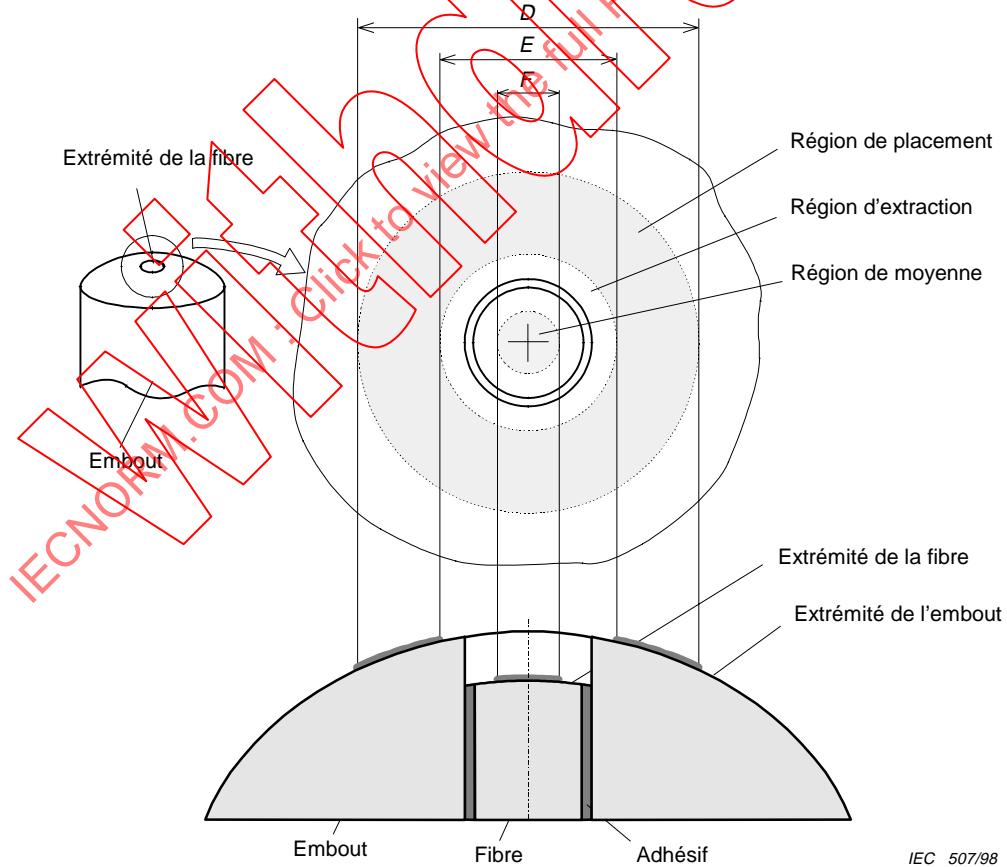


Figure 5 – Extrémité de l'embout et régions de mesure

3 Procedure

3.1 Measurement regions

Three regions shall be defined on the ferrule endface for the measurement (see figure 5):

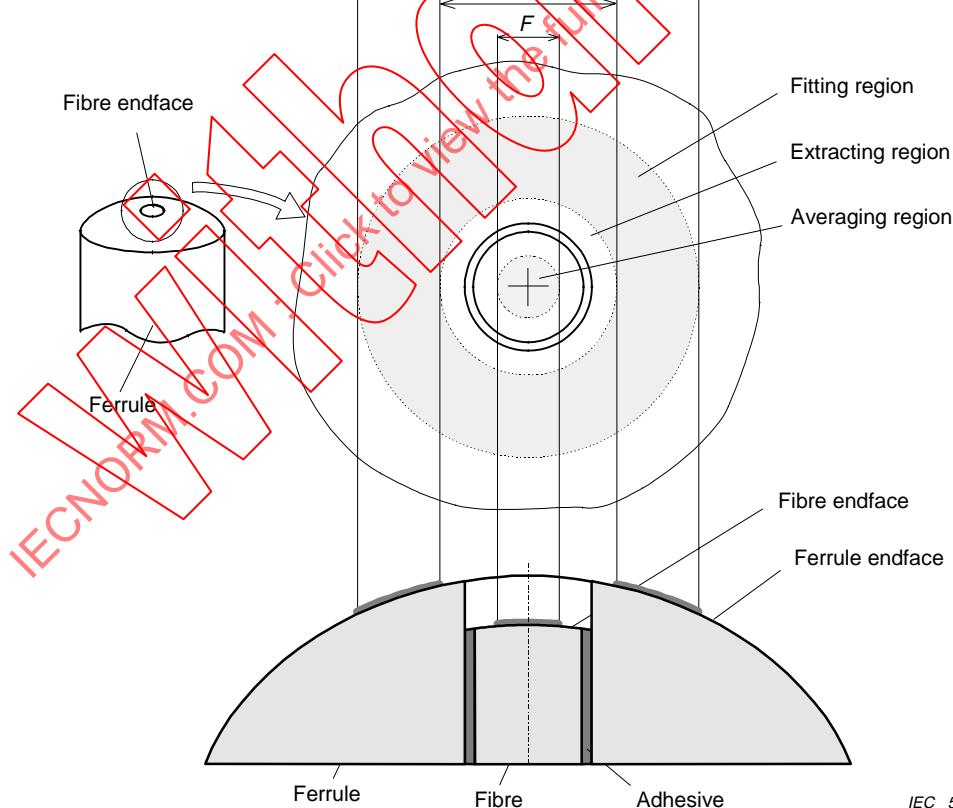
- fitting region*: the fitting region is set on the ferrule surface and defined by a circular region having a diameter D minus the diameter E of the extracting region. The fitting region shall be defined in order to cover the contact zone of the ferrule endface when the ferrule is mated;
- extracting region*: the extracting region, which includes the fibre endface region and the adhesive region, is defined by a circle having a diameter E ;
- averaging region*: the averaging region is set on the fibre surface, and defined by a circle having a diameter F .

The three regions shall be centred on the ferrule axis. For connectors with a 125 μm nominal fibre diameter and a curvature radius of the spherically polished ferrule endface of about 8 mm to 25 mm, the values of the diameters D , E and F are as follows:

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

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

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



IEC 507/98

Figure 5 – Ferrule endface and measurement regions

3.2 Méthode 1 – Analyse de surface deux dimensions

NOTE – Les tracés de certains profilomètres montrent uniquement la finition de surface et peuvent se révéler imprécis au niveau de la représentation de la courbure de la surface.

3.2.1 Fixer l'embout dans le porte-embout de manière que la partie de l'embout qui est la plus proche de l'extrémité soit maintenue par le porte-embout. La longueur de l'embout en contact avec le porte-embout doit être égale au double du diamètre de l'embout.

3.2.2 Régler la pointe extérieure du profilomètre de manière que le bord inférieur de la pointe soit perpendiculaire à l'axe de l'embout.

3.2.3 Régler le porte-embout de manière que le tracé du profilomètre passe par l'axe de l'embout.

3.2.4 Faire parcourir la surface de l'extrémité par le profilomètre et enregistrer les données de profil sur l'unité de traitement des données de profil.

3.2.5 Extraire les données de profil de la région de placement des données de profil mesurées et calculer un cercle idéal correspondant à la région de placement; ensuite évaluer w . Une méthode d'évaluation recommandée est donnée à l'annexe A. En général, la méthode peut être la suivante:

- a) créer un profil converti à partir des données de profil mesurées en extrayant les données de cercle idéal et l'afficher sur le moniteur. La région de placement du profil converti peut être droite et coïncider avec la ligne du cercle idéal lorsque l'extrémité de l'embout a une surface sphérique idéale (voir figure 6);
- b) quand l'extrémité de l'embout n'a pas une surface sphérique idéale, la région de placement du profil converti peut ne pas coïncider avec la ligne du cercle idéal (voir figure 7). Dans ce cas, modifier le diamètre du cercle idéal et continuer la procédure du point a) de manière que le profil converti ait une valeur de crête à creux (PV) aussi faible que possible;
- c) calculer une hauteur moyenne de la région de moyenne sur la fibre et une hauteur moyenne de la région de placement sur l'embout à partir du profil converti (voir figure 6). L'enfoncement $+w$ ou la protubérance $-w$ de la fibre sont mesurés comme étant la différence entre les deux hauteurs moyennes.

A des fins de référence, le profil converti utilisé pour l'évaluation de w et le rayon approprié doivent être indiqués.

3.2 Method 1 – Two-dimensional surface analysis

NOTE – The traces of some profilometers only show the surface finish and may not accurately show the curvature of the surface.

3.2.1 Affix the ferrule in the ferrule holder so that the portion of the ferrule closest to the endface is held with the holder. The length of the ferrule contacting the holder shall be twice the diameter of the ferrule.

3.2.2 Adjust the chisel tip of the profilometer so that the bottom edge of the tip is perpendicular to the axis of the ferrule.

3.2.3 Adjust the ferrule holder so that the profilometer trace passes through the axis of the ferrule.

3.2.4 Cause the profilometer to trace across the surface of the endface, recording the profile data on the profile data processing unit.

3.2.5 Take the profile data of the fitting region from the measured profile data, and calculate an ideal circle so as to fit the fitting region; then evaluate w . A recommended evaluation procedure is given in annex A. In general, the procedure may be as follows:

- a) create a converted profile from the measured profile data by extracting the ideal circle data and display it on the monitor. The fitting region of the converted profile may be straight and coincide with the line for the ideal circle when the ferrule endface has an ideal spherical surface (see figure 6);
- b) when the ferrule endface does not have an ideal spherical surface, the fitting region of the converted profile may not coincide with the line for the ideal circle (see figure 7). In this case, alter the diameter of the ideal circle and continue the procedure of item a) so that the converted profile has the smallest peak-to-valley (PV) value;
- c) calculate an average height of the averaging region on the fibre and an average height of the fitting region on the ferrule from the converted profile (see figure 6). The fibre undercut $+w$ or protrusion $-w$ are measured as the difference between the two average heights.

For reference, the converted profile used for the evaluation of w and the relevant radius shall be given.

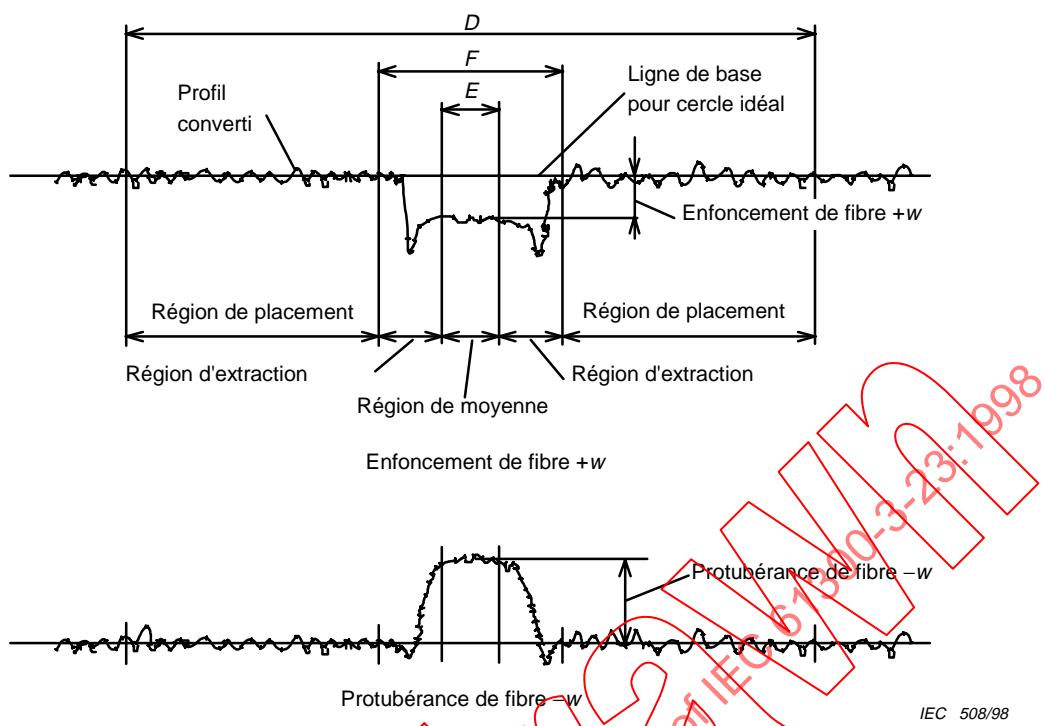


Figure 6 – Profil converti de l'extrémité de l'embout

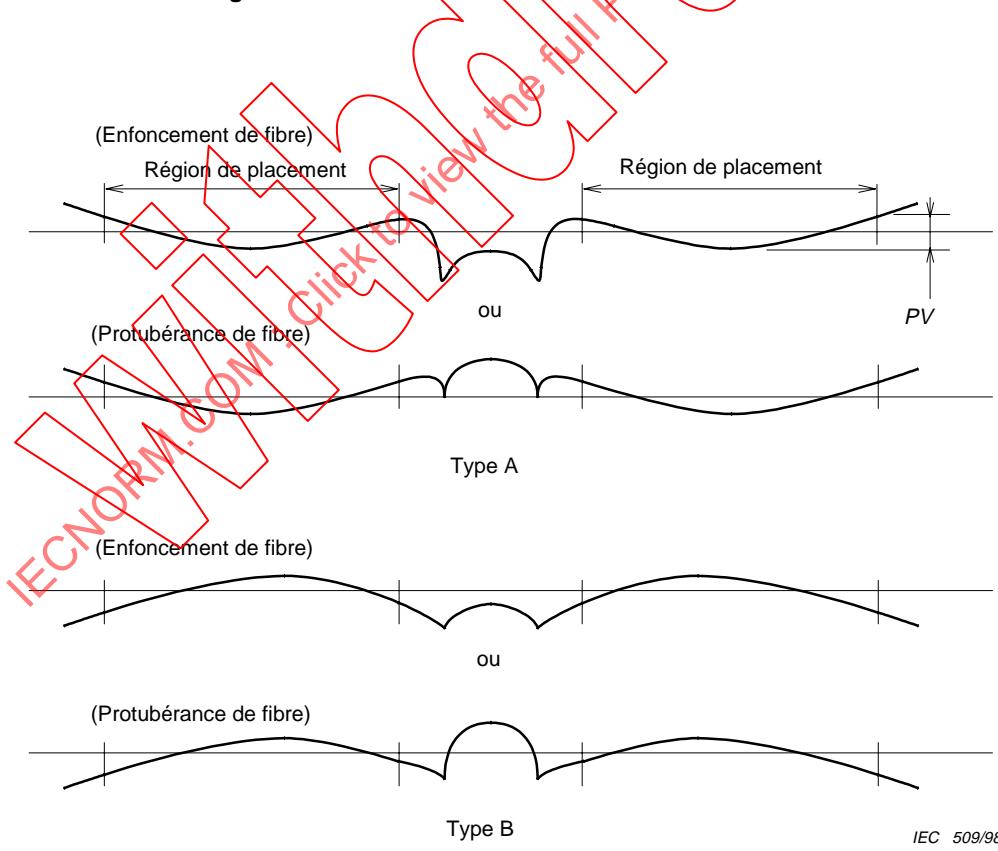


Figure 7 – Types de profils convertis de l'extrémité de l'embout

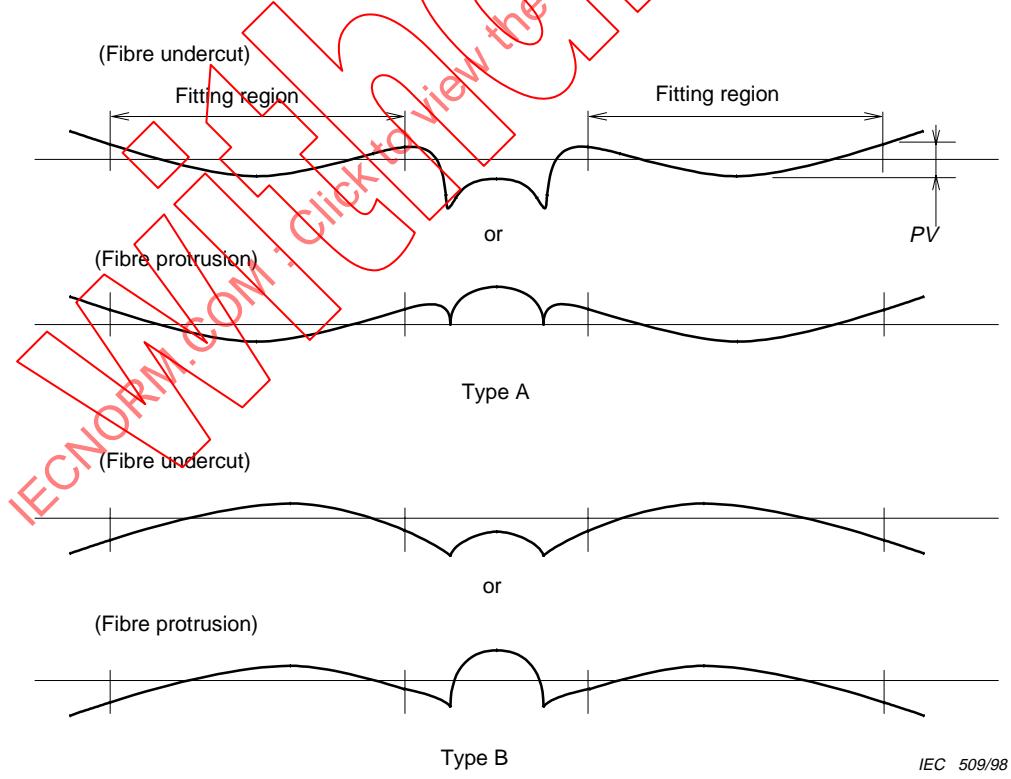
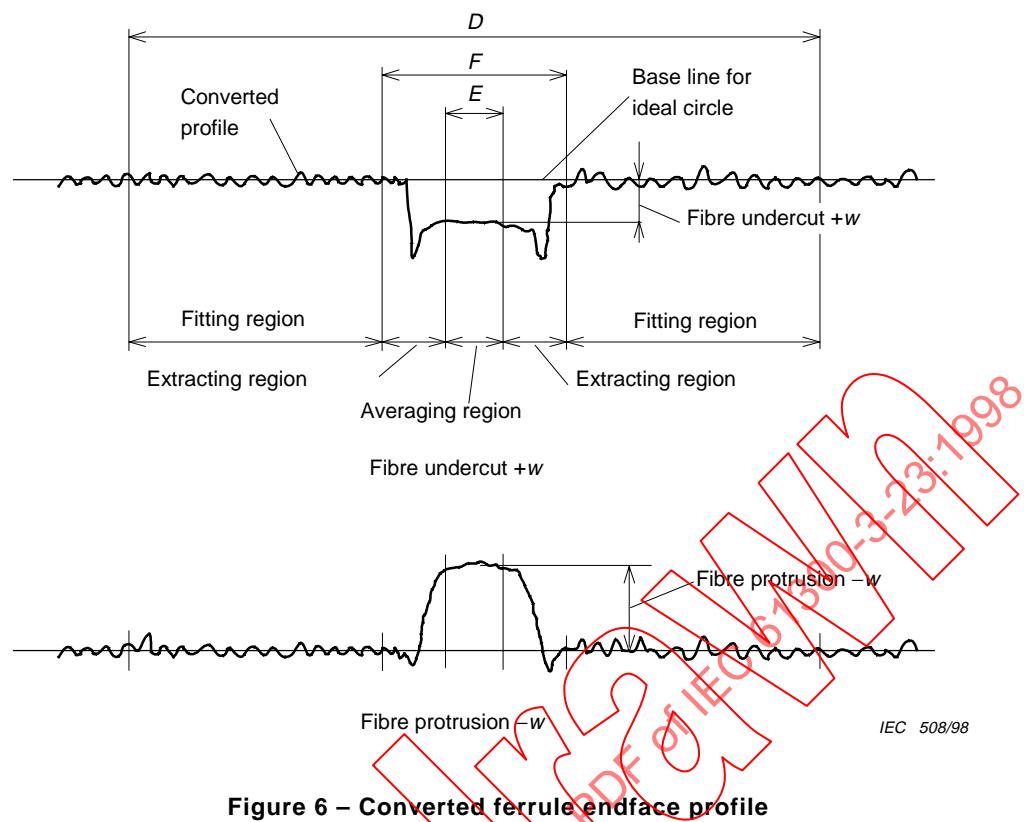


Figure 7 – Types of converted ferrule endface profile

3.3 Méthode 2 – Analyse de surface trois dimensions par système interférométrique

NOTE – Il convient de tenir compte de la différence entre les indices de réfraction et les coefficients d'absorption de l'embout et de la fibre lors du traitement des données de surface mesurées. Lorsque la méthode est appliquée sans tenir compte de cette différence, elle peut se révéler imprécise dans la représentation de l'enfoncement ou de la protubérance de la fibre.

3.3.1 Fixer l'embout dans le porte-embout de manière que la partie de l'embout qui est la plus proche de l'extrémité soit maintenue par le porte-embout. La longueur de l'embout en contact avec le porte-embout doit être égale au double du diamètre de l'embout.

3.3.2 Régler la direction de déplacement de l'ensemble microscope de manière à ce qu'elle soit parallèle à l'axe de l'embout et placer le porte-embout de manière que l'axe du microscope interférentiel coïncide avec l'axe de l'embout.

3.3.3 Régler le microscope de manière que la distance entre le microscope et l'extrémité de l'embout entre dans la distance de fonctionnement de celui-ci.

3.3.4 Mesurer la surface de l'extrémité par l'analyseur de surface trois dimensions et enregistrer les données de mesure de surface trois dimensions sur l'unité de traitement des données de surface (voir figure 8).

3.3.5 Corriger les données de surface en tenant compte des indices de réfraction et des coefficients d'absorption de la fibre et de l'embout.

3.3.6 Prendre la région de placement des données de surface à partir des données de surface mesurées et calculer une surface sphérique idéale correspondant à la région de placement, ensuite évaluer w (voir figure 9). L'algorithme d'évaluation pour la présente méthode est analogue à celui de la méthode 1 (voir annexe A). En général, la méthode peut être la suivante:

- a) créer une surface convertie à partir des données de surface corrigées en extrayant les données de surface sphérique idéale et l'afficher sur le moniteur. La région de placement de la surface convertie peut être plate lorsque l'extrémité de l'embout a une surface sphérique idéale (voir figure 10);
- b) quand l'extrémité de l'embout n'a pas une surface sphérique idéale, la surface convertie peut ne pas coïncider avec le plan pour la surface sphérique idéale. Dans ce cas, modifier le rayon de la surface sphérique idéale et continuer la procédure du point a) de manière que la région de placement de la surface convertie ait une valeur de crête à creux PV aussi faible que possible;
- c) calculer une hauteur moyenne sur la région de moyenne de la fibre et une hauteur moyenne sur la partie de l'embout de placement à partir de la surface convertie. L'enfoncement de fibre $+w$ ou la protubérance $-w$ sont mesurés comme étant la différence entre les deux hauteurs moyennes, comme indiqué à la figure 11;
- d) à des fins de référence, la surface convertie utilisée pour l'évaluation de w et le rayon approprié doivent être indiqués.

3.3 Method 2 – Three-dimensional surface analysis by interferometry system

NOTE – 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 section may not accurately show the fibre undercut or protrusion.

3.3.1 Affix the ferrule in the ferrule holder so that the portion of the ferrule closest to the endface is held with the holder. The length of the ferrule contacting the holder shall be twice the diameter of the ferrule.

3.3.2 Adjust the transportation direction of the microscope unit so that it is parallel to the ferrule axis, and position the holder so that the axis of the interference microscope coincides with the ferrule axis.

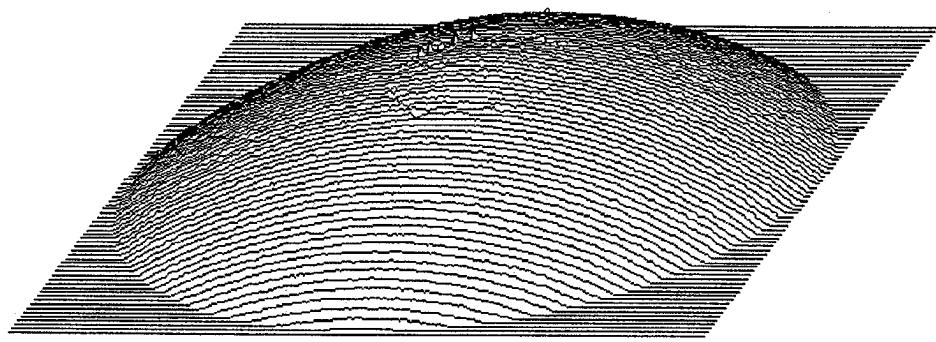
3.3.3 Adjust the microscope so that the distance between the microscope and the ferrule endface comes within its working distance.

3.3.4 Measure the surface of the endface with the three-dimensional surface analyzer, recording the three-dimensional surface measurement data on its surface data processing unit (see figure 8).

3.3.5 Correct the surface data, taking into account the refractive indices and the absorption coefficients of the fibre and the ferrule.

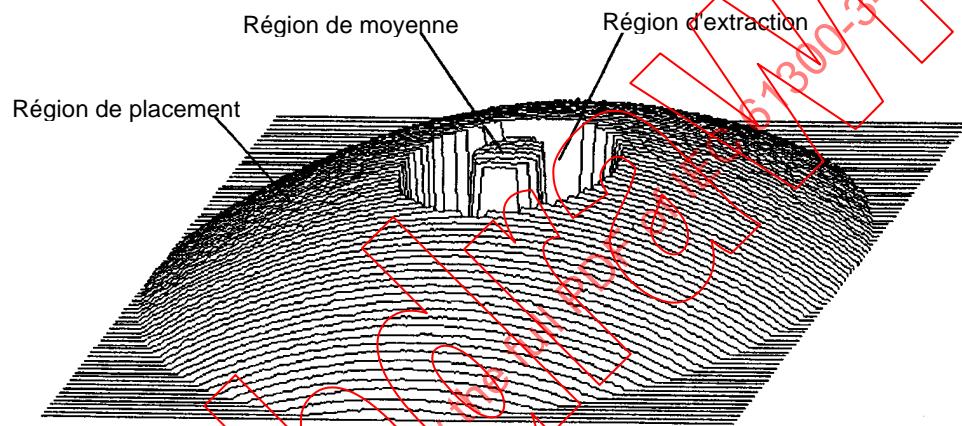
3.3.6 Take the fitting region of the surface data from the measured surface data and calculate an ideal spherical surface so as to fit to the fitting region, then evaluate w (see figure 9). The evaluation algorithm for this method is similar to that of method 1 (see annex A). In general, the procedure may be as follows:

- a) create a converted surface from the corrected surface data by extracting the ideal spherical surface data, and display it on the monitor. The fitting region of the converted surface may be flat when the ferrule endface has an ideal spherical surface (see figure 10);
- b) when the ferrule endface does not have an ideal spherical surface, the converted surface may not coincide with the plane for the ideal spherical surface. In this case, alter the radius of the ideal spherical surface and continue the procedure of item a) so that the fitting region of the converted surface has the smallest peak-to-valley (PV) value;
- c) calculate an average height on the averaging fibre region and an average height on the fitting ferrule portion from the converted surface. The fibre undercut $+w$ or protrusion $-w$ are measured as the difference between the two average heights, as shown in figure 11;
- d) for reference, the converted surface used for the evaluation of w and the relevant radius shall be given.



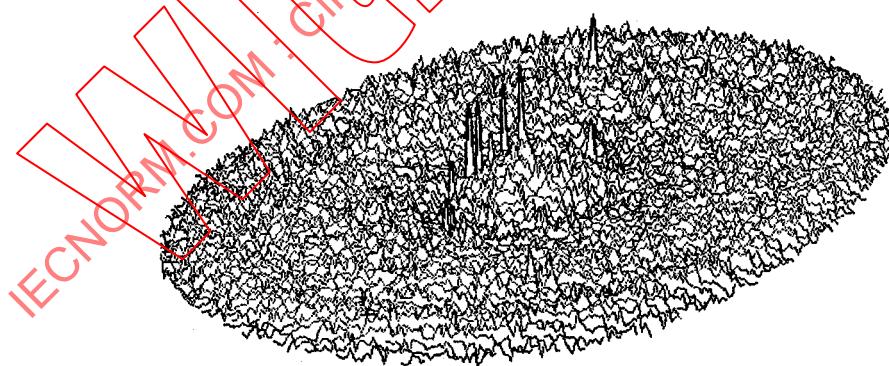
IEC 510/98

Figure 8 – Surface de l'extrémité de l'embout



IEC 511/98

Figure 9 – Région de placement et région de moyenne de la surface de l'extrémité de l'embout



IEC 512/98

Figure 10 – Surface convertie de toute l'extrémité de l'embout (voir figure 8)

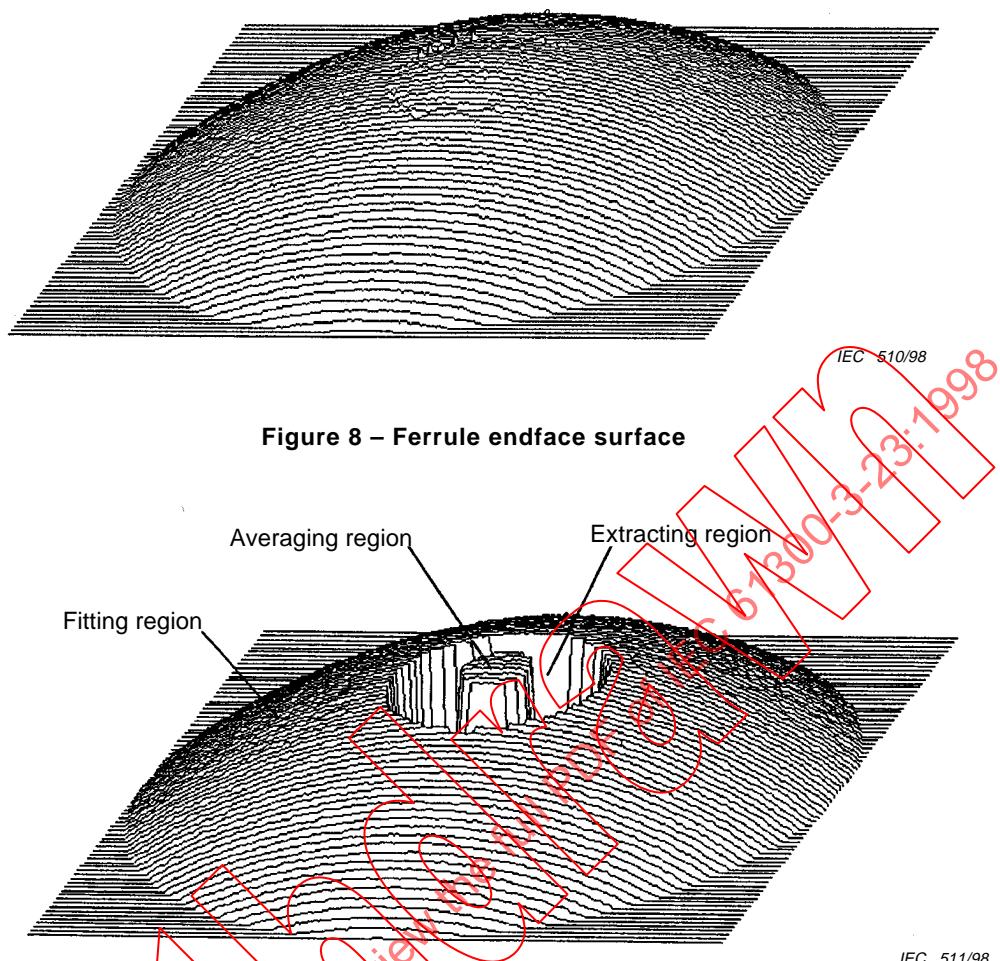


Figure 9 – Fitting region and averaging region of the ferrule endface surface

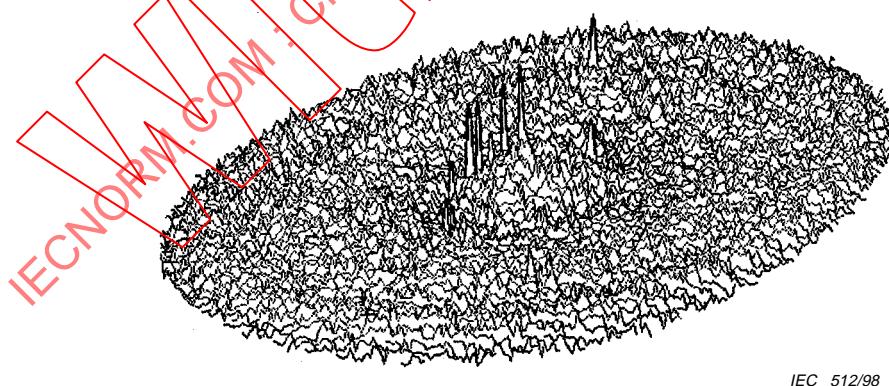


Figure 10 – Converted endface surface of the global ferrule (see figure 8)

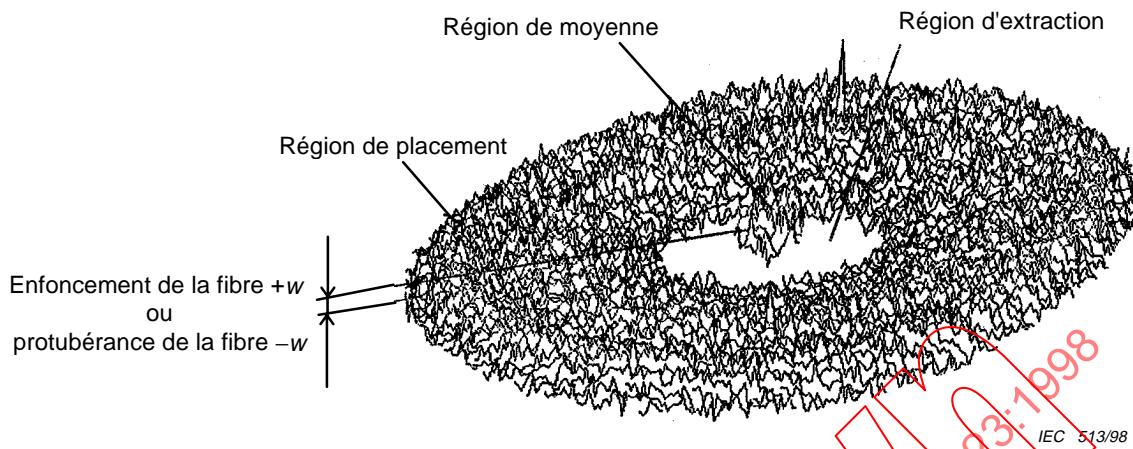


Figure 11 – Surface convertie de l'extrémité de l'embout sans la région d'extraction (voir figure 9)

3.4 Méthode 3 – Analyse de surface deux dimensions par système interférométrique

NOTE – Il convient de tenir compte de la différence entre les indices de réfraction et les coefficients d'absorption de l'embout et de la fibre lors du traitement des données de surface mesurées. Lorsque la méthode est appliquée sans tenir compte de cette différence, elle peut se révéler imprécise dans la représentation de l'enfoncement ou de la protubérance de la fibre.

3.4.1 Fixer l'embout dans le porte-embout de manière que la partie de l'embout qui est la plus proche de l'extrémité soit maintenue par le porte-embout. La longueur de l'embout en contact avec le porte-embout doit être égale au double du diamètre de l'embout.

3.4.2 Régler la position du porte-embout de manière que l'image de l'extrémité de l'embout dans la zone de la fibre se trouve sous l'objectif du microscope et envoyer l'image au moniteur.

3.4.3 Régler le dispositif interférométrique de manière que les franges d'interférence apparaissent sur la surface de l'extrémité de l'embout.

3.4.4 Régler le dispositif interférométrique de manière que les franges d'interférence soient perpendiculaires au diamètre de la fibre qui doit être analysée.

3.4.5 Choisir la ligne qui sera analysée et prendre l'image avec le système en enregistrant l'intensité lumineuse de la ligne choisie (voir figure 12: image).

3.4.6 Prendre la partie de la courbe d'intensité qui correspond à la région de placement du profil et calculer la fonction théorique adaptée (voir figure 12: diagramme).

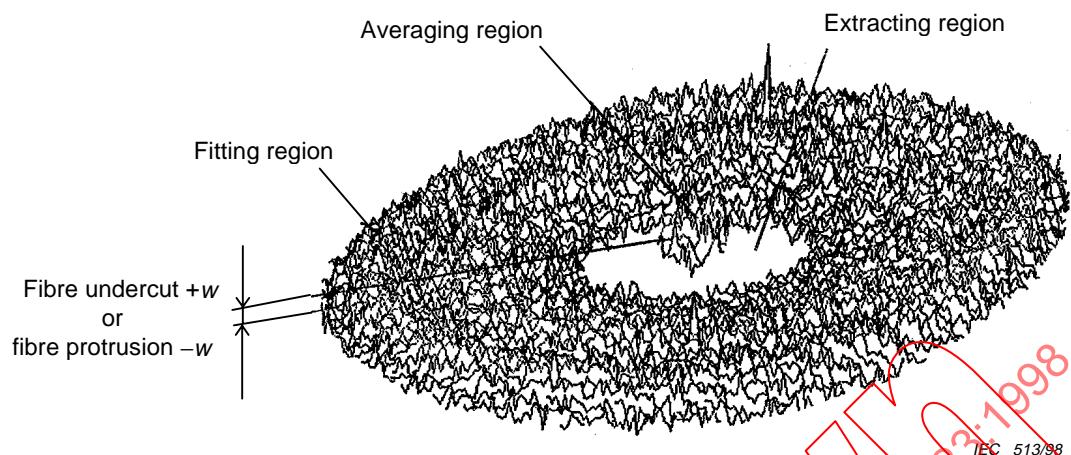


Figure 11 – Converted ferrule endface surface subtracting the extracting region (see figure 9)

3.4 Method 3 – Two-dimensional surface analysis by interferometry system

NOTE – 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 section may not accurately show the fibre undercut or protrusion.

3.4.1 Affix the ferrule in the holder so that the portion of the ferrule closest to the endface is held with the holder. The length of the ferrule contacting the holder shall be twice the diameter of the ferrule.

3.4.2 Adjust the holder position so that the image of the ferrule endface in the fibre zone is under the microscope objective and send the image to the monitor.

3.4.3 Adjust the interferometry device so that the interference fringes appear on the endface ferrule surface.

3.4.4 Adjust the interferometry device so that the interference fringes are perpendicular to the fibre diameter that shall be analyzed.

3.4.5 Select the row that will be analyzed and cause the system to acquire the image, recording the light intensity of the selected row (see figure 12: image).

3.4.6 Take the part of the intensity curve corresponding to the fitting region of the profile and calculate the theoretical function to fit it (see figure 12: diagram).

La fonction théorique de placement pour une interférométrie Michelson est:

$$P(x) = A + B \cos(F_M (x - x_0)^2 + \phi) \quad (1)$$

où

$$F_M = 2 \pi / (\lambda R); \quad (2)$$

$x - x_0$ est la position de la ligne analysée, évaluée par rapport au point d'origine x_0 (la position de x_0 coïncide, dans le cas d'une surface sphérique idéale, avec le centre des anneaux d'interférence);

R est le rayon de courbure de l'extrémité de l'embout;

ϕ est le décalage de phase de l'image d'interférence;

λ est la longueur d'onde lumineuse de la source de lumière monochromatique du microscope;

A et B sont des constantes.

La procédure de placement est effectuée en réglant les cinq paramètres A , B , F_M (liés à l'espacement entre les franges), le décalage de phase, ϕ et l'origine de l'axe x , x_0 .

3.4.7 Prendre la partie de la courbe d'intensité correspondant à la région de moyenne du profil et lui appliquer la fonction obtenue en 3.4.6 en réglant simplement les paramètres A et B et en appliquant une variation $\Delta\phi$ au paramètre ϕ (voir figure 12: diagramme).

3.4.8 L'enfoncement $+w$ ou la protubérance $-w$ sont donnés par la relation suivante:

$$w = \phi_{\text{fit}} (\phi_{\text{ave}} - \phi_{\text{fit}}) / (4 \pi) \quad (3)$$

où

ϕ_{fit} est la phase de la fonction dans la région de placement;

ϕ_{ave} est la phase de la fonction dans la région de moyenne.

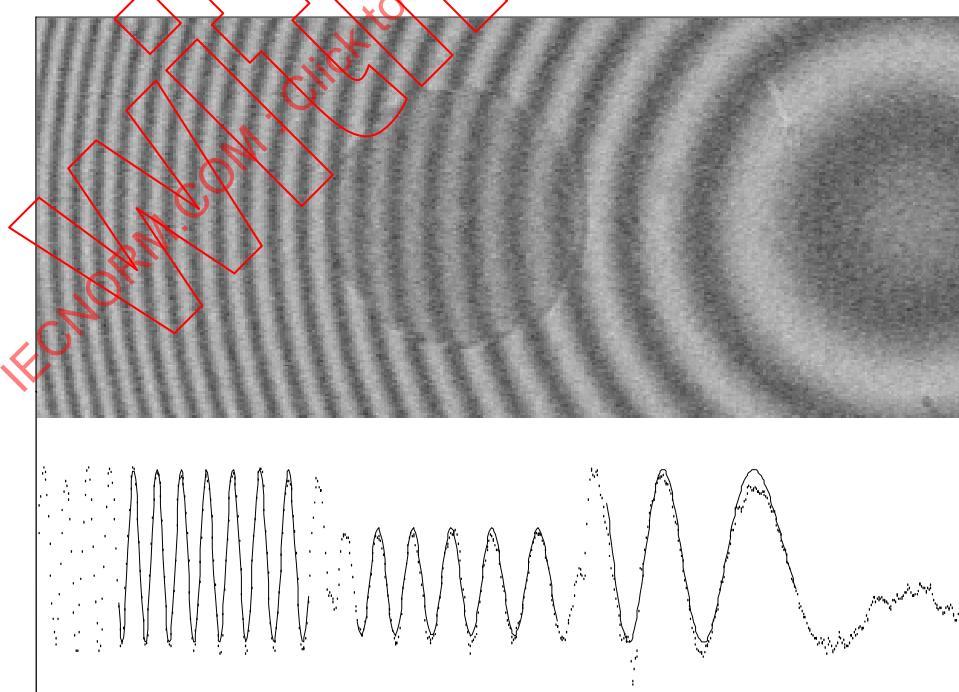


Figure 12 – Image interférométrique du microscope et courbe lumineuse d'intensité acquise pour la ligne choisie avec la fonction théorique de placement