

RAPPORT  
TECHNIQUE  
TECHNICAL  
REPORT

CEI  
IEC

TR 62284

Première édition  
First edition  
2003-01

---

---

**Mesures de l'aire efficace des fibres optiques  
unimodales –  
Guide d'application**

**Effective area measurements of single-mode  
optical fibres –  
Guidance**

© IEC 2003 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

International Electrotechnical Commission, 3, rue de Varembé, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland  
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: [inmail@iec.ch](mailto:inmail@iec.ch) Web: [www.iec.ch](http://www.iec.ch)



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX  
PRICE CODE

W

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

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS .....	6
1 Domaine d'application et objet .....	8
2 Documents de référence .....	10
3 Appareillage .....	10
3.1 Source de lumière .....	10
3.2 Dispositifs optiques d'entrée .....	10
3.3 Extracteur de modes de gaine .....	10
3.4 Filtre de mode d'ordre élevé .....	10
3.5 Ordinateur .....	10
4 Echantillonnage et éprouvettes .....	10
4.1 Longueur d'éprouvette .....	10
4.2 Faces d'extrémités de l'éprouvette .....	12
5 Procédure .....	12
6 Calculs ou interprétation des résultats .....	12
6.1 Champ proche .....	12
6.2 Champ lointain direct .....	12
6.3 Ouverture variable dans le champ lointain .....	12
7 Documentation .....	14
7.1 Informations à fournir pour chaque mesure .....	14
7.2 Informations à fournir sur demande .....	14
Annexe A Spécificité de mesure de la méthode du champ lointain direct .....	16
Annexe B Ouverture variable dans la spécificité de mesure de la méthode du champ lointain .....	24
Annexe C Spécificité de mesure de la méthode du champ proche .....	32
Annexe D Données d'échantillons et calculs .....	38
Annexe E Comparaison entre le présent rapport technique et les recommandations UIT .....	44
Annexe F Traitement des lobes latéraux dans les données de champ lointain .....	46
Annexe G Méthode pour calculer l'aire efficace à partir des données d'ouvertures variables .....	48
Annexe H Liste Fortran des sous-programmes qui réalisent la solution désirée du problème de programmation quadratique .....	72
Figure A.1 – Montage d'essai pour la mesure du champ lointain direct .....	16
Figure B.1 – Montage d'essai pour l'ouverture variable de la mesure du champ lointain .....	24
Figure B.2 – Montage de mesure .....	26
Figure C.1 – Montage d'essai de la méthode du champ proche .....	32
Figure D.1 – Intensité en champ lointain .....	38
Figure D.2 – Intensité en champ proche .....	38
Figure F.1 – Tracé de champ lointain type affichant des lobes latéraux .....	46
Figure G.1 – Géométrie de mesure de la méthode d'ouverture variable .....	50
Figure G.2 – Système de coordonnées utilisé pour évaluer le champ de diffraction .....	50

## CONTENTS

FOREWORD .....	7
1 Scope and object .....	9
2 Reference documents .....	11
3 Apparatus .....	11
3.1 Light source .....	11
3.2 Input optics .....	11
3.3 Cladding mode stripper .....	11
3.4 High-order mode filter .....	11
3.5 Computer .....	11
4 Sampling and specimens .....	11
4.1 Specimen length .....	11
4.2 Specimen end faces .....	13
5 Procedure .....	13
6 Calculation or interpretation of results .....	13
6.1 Near-field .....	13
6.2 Direct far-field .....	13
6.3 Variable aperture in the far-field .....	13
7 Documentation .....	15
7.1 Information to be reported with each measurement .....	15
7.2 Information that should be available upon request .....	15
Annex A Direct far-field method measurement specifics .....	17
Annex B Variable aperture in the far-field method measurement specifics .....	25
Annex C Near-field method measurement specifics .....	33
Annex D Sample data and calculations .....	39
Annex E Comparison between this technical report and ITU recommendations .....	45
Annex F Treatment of side lobes in far-field data .....	47
Annex G Method for computing effective area from variable aperture data .....	49
Annex H Fortran listing of the subroutines that perform the desired solution of the quadratic programming problem .....	73
Figure A.1 – Test set-up for the direct far-field measurement .....	17
Figure B.1 – Test set-up for the variable aperture in the far-field measurement .....	25
Figure B.2 – Apparatus set-up measurements .....	27
Figure C.1 – Near-field method test set-up .....	33
Figure D.1 – Far-field intensity .....	39
Figure D.2 – Near-field intensity .....	39
Figure F.1 – Typical far-field plot displaying side lobes .....	47
Figure G.1 – Measurement geometry of the variable aperture method .....	51
Figure G.2 – Co-ordinate system used to evaluate the diffraction field .....	51

Figure G.3 – Coordonnées polaires de  $\vec{r}$  .....52

Figure G.4 – Géométrie pour l'évaluation de l'équation (G.11) .....54

Figure G.5 – Exemple de l'ajustement aux données de flux d'énergie d'ouverture .....62

Figure G.6 – Ajustement en présence de données décroissantes.....64

Figure G.7 – Champ de mode des données de la Figure G.5.....66

Figure G.8 – Changement dans  $A_{\text{eff}}$  avec  $r_{\text{max}}$ , à partir des données de la Figure G.6.....68

  

Tableau D.1 – Echantillons mesurés et données calculées.....40

Tableau G.1 – Comparaison des aires efficaces exactes et calculées .....68

Figure G.3 – Polar co-ordinates of $\vec{r}$ .....	53
Figure G.4 – Geometry for the evaluation of equation (G.11).....	55
Figure G.5 – Example of the fit to aperture power flow data .....	63
Figure G.6 – Fit in the presence of decreasing data .....	65
Figure G.7 – Mode field from the data in Figure G.5.....	67
Figure G.8 – Change in $A_{\text{eff}}$ with $r_{\text{max}}$ , from the data in Figure G.6 .....	69
Table D.1 – Sample measured and calculated data.....	41
Table G.1 – Comparison of exact and computed effective areas .....	69

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

---

### MESURES DE L'AIRE EFFICACE DES FIBRES OPTIQUES UNIMODALES – GUIDE D'APPLICATION

#### 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, spécifications techniques, 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 du présent rapport technique 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 tâche principale des comités d'études de la CEI est l'élaboration des Normes internationales. Toutefois, un comité d'études peut proposer la publication d'un rapport technique lorsqu'il a réuni des données de nature différente de celles qui sont normalement publiées comme Normes internationales, cela pouvant comprendre, par exemple, des informations sur l'état de la technique.

La CEI 62284, qui est un rapport technique, a été établie par le sous-comité 86A: Fibres et câbles, du comité d'études 86 de la CEI: Fibres optiques.

Le texte de ce rapport technique est issu des documents suivants:

Projet d'enquête	Rapport de vote
86A/757/DTR	86A/799/RVC

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de ce rapport technique.

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

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2004. A cette date, la publication sera

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

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**EFFECTIVE AREA MEASUREMENTS OF SINGLE-MODE OPTICAL FIBRES –  
GUIDANCE**

## 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 specifications, 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 technical report may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

The main task of IEC technical committees is to prepare International Standards. However, a technical committee may propose the publication of a technical report when it has collected data of a different kind from that which is normally published as an International Standard, for example "state of the art".

IEC 62284, which is a technical report, has been prepared by subcommittee 86A: Fibres and cables, of IEC technical committee 86: Fibre optics.

The text of this technical report is based on the following documents:

Enquiry draft	Report on voting
86A/757/DTR	86A/799/RVC

Full information on the voting for the approval of this technical report 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.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2004. At this date, the publication will be

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

## MESURES DE L'AIRE EFFICACE DES FIBRES OPTIQUES UNIMODALES – GUIDE D'APPLICATION

### 1 Domaine d'application et objet

Le présent rapport technique s'applique aux fibres optiques unimodales. Il a pour objet de donner en détail les méthodes de mesure de l'aire efficace ( $A_{\text{eff}}$ ) de ces fibres.

Il définit trois méthodes de mesure de  $A_{\text{eff}}$ . Des informations communes à toutes les méthodes figurent dans le corps de ce document. Des informations spécifiques à chaque méthode figurent dans les annexes. Les trois méthodes sont les suivantes :

- a) Champ lointain direct (DFF)
- b) Ouverture variable dans le champ lointain (VAMFF)
- c) Champ proche (NF)

La méthode de référence, utilisée pour résoudre les litiges, est la méthode A, champ lointain direct.

L'aire efficace est un attribut optique qui est spécifié pour des fibres unimodales et utilisé dans des conceptions de système qui peuvent être affectées par le coefficient d'indice de réfraction non linéaire,  $n_2$ . Il existe un accord parmi les organismes de normalisation tant nationaux qu'internationaux sur la définition utilisée dans ce rapport technique. Il a été reconnu que les méthodes A, B et C fournissent des résultats équivalents, à condition que l'on utilise une bonne ingénierie lors de la mise en application.

Le champ lointain direct est la méthode de référence parce qu'il s'agit de la méthode la plus directe et qu'elle est désignée comme étant la méthode de référence pour le diamètre du champ de mode de l'UIT.

Une fonction de cartographie est une formule par laquelle les résultats mesurés d'un attribut sont utilisés pour prédire la valeur d'un autre attribut sur une fibre donnée. Pour un type et une conception de fibre donnés, le diamètre du champ de mode (MFD) (CEI 60793-1-45) peut être utilisé pour prédire l'aire efficace avec une fonction de cartographie. Une fonction de cartographie est spécifique à un type et une conception particuliers de fibre. Les fonctions de cartographie sont générées en effectuant une expérimentation dans laquelle un échantillon de fibre est choisi pour représenter le spectre des valeurs des MFD et dans laquelle les fibres de l'échantillon sont mesurées à la fois pour le MFD et pour  $A_{\text{eff}}$ . La régression linéaire peut être utilisée pour déterminer le coefficient d'adaptation,  $k$ , comme défini ci-dessous:

$$A_{\text{eff}} = k\pi \left( \frac{\text{MFD}}{2} \right)^2 \quad (1)$$

NOTE D'autres modèles mathématiques peuvent être utilisés s'ils sont dans l'ensemble plus précis.



## EFFECTIVE AREA MEASUREMENTS OF SINGLE-MODE OPTICAL FIBRES – GUIDANCE

### 1 Scope and object

This technical report applies to single-mode optical fibres. Its object is to document the methods for measuring the effective area ( $A_{\text{eff}}$ ) of these fibres.

It defines three methods of measuring  $A_{\text{eff}}$ . Information common to all the methods is found in the body of this document. Information specific to each method is found in the annexes. The three methods are:

- a) direct far-field (DFF)
- b) variable aperture in the far-field (VAMFF)
- c) near-field (NF)

The reference method, used to resolve disputes, is method A, direct far field.

Effective area is an optical attribute that is specified for single-mode fibres and used in system designs that may be affected by the non-linear refractive index coefficient,  $n_2$ . There is agreement in both national and international standards bodies concerning the definition used in this technical report. Methods A, B, and C have been recognised as providing equivalent results, provided that good engineering is used in implementation.

The direct far-field is the reference method because it is the most direct method and is named as the reference method for mode field diameter in the ITU.

A mapping function is a formula by which the measured results of one attribute are used to predict the value of another attribute on a given fibre. For a given fibre type and design, the mode field diameter (MFD) (IEC 60793-1-45) can be used to predict the effective area with a mapping function. A mapping function is specific to a particular fibre type and design. Mapping functions are generated by doing an experiment in which a sample of fibre is chosen to represent the spectrum of values of MFD and in which the fibres in the sample are measured for both MFD and  $A_{\text{eff}}$ . Linear regression can be used to determine the fitting coefficient,  $k$ , as defined by the following:

$$A_{\text{eff}} = k\pi\left(\frac{\text{MFD}}{2}\right)^2 \quad (1)$$

NOTE Other mathematical models may be used if they are generally more accurate.

## **2 Documents de référence**

CEI 60793-1-45, *Fibres optiques – Partie 1-45: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Diamètre du champ de mode*

Recommandation UIT-T G.650:2000, *Définition des paramètres des fibres monomodes et méthodes de test associées*

## **2 Reference documents**

IEC 60793-1-45, *Optical fibres – Part 1-45: Measurement methods and test procedures – Mode field diameter*

ITU-T Recommendation G.650:2000, *Definition and test methods for the relevant parameters of single-mode fibres*