

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Fibre optic communication subsystem test procedures –
Part 1-3: General communication subsystems – Central wavelength and
spectral width measurement**

**Procédures d'essai des sous-systèmes de télécommunication
à fibres optiques –
Partie 1-3: Sous-systèmes généraux de télécommunication – Mesure de la
longueur d'onde centrale et de la largeur spectrale**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2010 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 la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

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

Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00
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 corrigenda or an amendment might have been published.

Useful links:

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

The advanced search enables you 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It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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 on-line and also once a month by email.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) on-line.

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: csc@iec.ch.

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) 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 CEI

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

Liens utiles:

Recherche de publications CEI - www.iec.ch/searchpub

La recherche avancée vous permet de trouver des publications CEI 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.

Just Published CEI - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) en ligne.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Fibre optic communication subsystem test procedures –
Part 1-3: General communication subsystems – Central wavelength and
spectral width measurement**

**Procédures d'essai des sous-systèmes de télécommunication
à fibres optiques –
Partie 1-3: Sous-systèmes généraux de télécommunication – Mesure de la
longueur d'onde centrale et de la largeur spectrale**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

Q

ICS 33.180.01

ISBN 978-2-8322-0931-8

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

CONTENTS

FOREWORD.....	3
1 Scope.....	5
2 Normative references	5
3 Terms and definitions	5
3.1 Wavelength	5
3.2 Spectral width	6
3.3 Additional spectral characteristics	6
4 Apparatus.....	6
4.1 Calibrated optical spectrum analyzer.....	6
4.2 Power supplies.....	7
4.3 Input signal source or modulator	7
4.4 Test cord.....	7
5 Test sample.....	7
6 Procedure (Method A)	7
6.1 General.....	7
6.2 Setup	7
6.3 Adjustment of spectrum analyzer controls	8
7 Procedure (Method B)	8
7.1 Setup	8
7.2 Adjustment of spectrum analyzer controls.....	9
7.3 Continuous LED and SLM spectra	9
7.4 Discrete MLM spectra.....	9
7.5 Continuous SLM spectra	10
8 Calculation	10
8.1 General.....	10
8.2 Centre wavelength	10
8.3 Centroidal wavelength.....	10
8.4 Peak wavelength.....	11
8.5 RMS spectral width ($\Delta\lambda_{\text{rms}}$)	11
8.6 n-dB spectral width ($\Delta\lambda_{\text{n-dB}}$).....	11
8.7 Full-width half-maximum spectral width ($\Delta\lambda_{\text{fwhm}}$).....	11
8.8 Side-mode suppression ratio (<i>SMSR</i>)	12
9 Test results	12
9.1 Required information	12
9.2 Information to be available on request.....	12
10 Example results.....	12
Figure 1 – Example of a LED optical spectrum.....	13
Figure 2 – Typical spectrum analyzer output for an MLM laser.....	15
Figure 3 – $\Delta\lambda_{\text{fwhm}}$ spectral width measurement for MLM laser	16
Figure 4 – $\Delta\lambda_{\text{fwhm}}$ spectral width calculation for MLM laser.....	16
Figure 5 – Peak emission wavelength and $\Delta\lambda_{30\text{-dB}}$ measurement for SLM laser.....	17
Table 1 – Measurement points for LED spectrum from Figure 1	13
Table 2 – RMS spectral characterization.....	14

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**FIBRE OPTIC COMMUNICATION
SUBSYSTEM TEST PROCEDURES –****Part 1-3: General communication subsystems –
Central wavelength and spectral width measurement**

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 61280-1-3 has been prepared by subcommittee 86C: Fibre optic systems and active devices, of IEC technical committee 86.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 1998. This edition constitutes a technical revision with changes reflecting new laser technology and includes a second method modified for state of the art instrumentation.

This bilingual version (2013-07) corresponds to the monolingual English version, published in 2010-03.

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

CDV	Report on voting
86C/ 887/CDV	86C/ 937/RVC

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

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

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

A list of all parts of the IEC 61280 series can be found, under the general title *Fibre optic communication subsystem test procedures*, on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this amendment and the base 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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61280-1-3:2010

FIBRE OPTIC COMMUNICATION SUBSYSTEM TEST PROCEDURES –

Part 1-3: General communication subsystems – Central wavelength and spectral width measurement

1 Scope

This part of IEC 61280 provides definitions and measure procedures for several wavelength and spectral width properties of an optical spectrum associated with a fibre optic communication subsystem, an optical transmitter, or other light sources used in the operation or test of communication subsystems.

The measurement is done for the purpose of system construction and/or maintenance. In the case of communication subsystem signals, the optical transmitter is typically under modulation.

NOTE Different properties may be appropriate to different spectral types, such as continuous spectra characteristic of light-emitting diodes (LEDs), and multilongitudinal-mode (MLM), multitransverse-mode (MTM) and single-longitudinal mode (SLM) spectra, characteristic of laser diodes (LDs).

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60825-1, *Safety of laser products – Part 1: Equipment classification and requirements*

IEC 62129, *Calibration of optical spectrum analyzers*

3 Terms and definitions

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

3.1 Wavelength

NOTE The following wavelength terms provide quantitative definitions for the describing the central wavelength of a spectrum. In this standard, “central wavelength” is a general category label for these terms.

3.1.1 centre wavelength

λ_0

also called “half-power mid-point”, the mean of the closest spaced half-power wavelengths in an optical spectrum, one above and one below the peak wavelength

3.1.2 half-power wavelength

λ_{3dB}

a wavelength corresponding to a half peak power value of the optical spectrum

3.1.3

peak wavelength

λ_p

the wavelength corresponding to the maximum power value of the optical spectrum

3.1.4

centroidal wavelength

λ_c

the mean or average wavelength of an optical spectrum

3.2 Spectral width

3.2.1

root-mean-square (rms) width

$\Delta\lambda_{\text{rms}}$

the square root of the second moment of the power distribution about the centroidal wavelength

3.2.2

n -dB-down width

$\Delta\lambda_{n\text{-dB}}$

the positive difference of the closest spaced wavelengths, one above and one below the peak wavelength λ_p , at which the spectral power density is n dB down from its peak value

3.2.3

full-width at half-maximum

$\Delta\lambda_{\text{fwhm}}$

a special case of n -dB-down width with $n = 3$

3.3 Additional spectral characteristics

3.3.1

side-mode suppression ratio

$SMSR$

the ratio of the largest peak of the optical spectrum to the second largest peak, for a nominally SLM spectrum (see 8.8)

4 Apparatus

4.1 Calibrated optical spectrum analyzer

This special-purpose test equipment uses a dispersive spectrophotometric method to resolve and record the optical spectral distribution. The required wavelength resolution and range depends on the type and variety of signals to be measured. Generally, LED sources have wide spectra with little structure so a range of at least 200 nm and resolution of 1 nm or narrower are recommended. Laser sources have much narrower spectra and may be used in wavelength-domain multiplexing (WDM) applications, where more accurate determination of the wavelength is required. A wavelength resolution of 0,1 nm or narrower is recommended and the actual requirement is determined by the application. In any case, the sensitivity and wavelength range of the spectrum analyzer shall be sufficient to measure all of the spectrum within at least –20 dB from the peak power. For measurement of $SMSR$, a larger dynamic range is typically required.

OSA equipment shall be calibrated in accordance with IEC 62129. The equipment used shall have a valid calibration certificate in accordance with the applicable quality system for the period over which the testing is done.

4.2 Power supplies

As required for the device under test.

4.3 Input signal source or modulator

The input signal source is a signal generator or modulator with the appropriate digital or analogue signal of the system.

4.4 Test cord

Unless otherwise specified, the physical and optical properties of the test cords shall match to the cable plant with which the equipment is intended to operate. The cords shall be 2 m to 5 m long, and shall contain fibres with coatings which remove cladding light. Appropriate connectors shall be used. Single-mode cords shall be deployed with two 90 mm diameter loops or otherwise assure rejection of cladding modes. If the equipment is intended for multimode operation and the intended cable plant is unknown, the fibre size shall be 50/125 μm .

5 Test sample

The test sample shall be a specified fibre optic subsystem, transmitter, or light source. The system inputs and outputs shall be those normally seen by the user. The spectral width parameters are typically used for characterizing MLM and LED transmitters. The width of MTM and SLM lasers without modulation are normally too narrow to measure with the dispersive spectral instruments used with this method. Modulated SLM transmitters have broadened linewidths for high data rates (above about 2,5 Gb/s) and due to chirp that may be measurable by this method.

WARNING – Exercise care to avoid possible eye damage from looking into the end of an energized fibre from any light source. Most importantly, avoid looking into any energized fibre using any type of magnification device.

The requirements in IEC 60825-1 shall be followed.

6 Procedure (Method A)

6.1 General

Method A is designed for the use of typical commercial optical spectrum analyzer instruments that allow quick measurement of spectra with 1 000 wavelength samples or more, and allows for the analysis of such spectra based on all of the samples rather than selecting for example only the samples at the peaks of mode wavelengths. The previous method using a smaller number of discrete wavelength points is included in Clause 7 as Method B, for compatibility with the first edition of this standard. Method A has the advantage of easier simpler automated analysis and better representation of complex but narrow spectra, such as multitransverse-mode vertical cavity surface emitting lasers (VCSELs). Due to its convenience and prevalence in the industry, Method A is considered the reference test method.

6.2 Setup

6.2.1 Use appropriate handling procedures to prevent damage from electrostatic discharge (ESD), which can cause opto-electronic devices to fail.

6.2.2 With the exception of ambient temperature, standard ambient conditions shall be used, unless otherwise specified. The ambient or reference point temperature shall be $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$, unless otherwise specified.

6.2.3 Unless otherwise specified, apply a modulated input signal to the optical source. Allow sufficient time (per manufacturer's recommendation or as specified in the detail specification) for the optical source/transmitter to reach a steady-state temperature.

6.2.4 Turn the optical spectrum analyzer on, and allow the recommended warm-up and settling time to achieve rated measurement performance level.

6.2.5 Connect the optical output of the optical source under test to the optical input connector of the optical spectrum analyzer. If the transmitter under test does not include isolation from back-reflections, as often the case at 850 nm, these reflections can cause the spectrum to be unstable and should be reduced with high return-loss connections and possibly external isolation or attenuation at the transmitter output.

6.3 Adjustment of spectrum analyzer controls

6.3.1 Using the resolution control, select an appropriate resolution (see 4.1). Typically less than 1/10 of the spectral width to be measured, or the finest available resolution bandwidth (0,1 nm or narrower) should be used. Set the number of data points in the acquired signal to be sure to adequately sample the detail of the optical spectrum. Typically, this is set to at least 4 times the sample resolution times the total measured width. For example, a 10 nm measurement span, using 0,1 nm resolution, requires a minimum of 400 points in the measurement ($4 \times (\text{total span})/\text{resolution}$).

6.3.2 Using the span control, select an appropriate span of wavelength range on the display section of the spectrum analyzer. Initially select a sufficiently wide span to determine the appropriate position of the peak wavelength; then reduce and adjust the span again to fit all of the source spectrum or at least all that is within at least 20 dB of the peak power. For SLM lasers, the span may need to be changed, typically from 2 nm to 20 nm full scale, to determine the spectral width and *SMSR*.

6.3.3 Using the gain or reference level control, select a gain or reference level so that the amplitude of the peak output extends over the entire screen vertical scale.

6.3.4 If available, use the spectrum analyzer log-scale for amplitude measurement, to achieve the maximum dynamic range

6.3.5 For OSAs that are not capable of performing the subsequent calculations in Clause 8 internally, download the measured optical spectra data to a computer for further analysis in a format that contains both the wavelength and amplitude of all points in the measurement.

7 Procedure (Method B)

7.1 Setup

7.1.1 Use appropriate handling procedures to prevent damage from electrostatic discharge (ESD), which can cause opto-electronic devices to fail.

7.1.2 With the exception of ambient temperature, standard ambient conditions shall be used, unless otherwise specified. The ambient or reference point temperature shall be $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$, unless otherwise specified.

7.1.3 Unless otherwise specified, apply a modulated input signal to the optical source. Allow sufficient time (per manufacturer's recommendation or as specified in the detail specification) for the optical source/transmitter to reach a steady-state temperature.

7.1.4 Turn the optical spectrum analyzer on, and allow the recommended warm-up and settling time to achieve rated measurement performance level.

7.1.5 Connect the optical output of the optical source under test to the optical input connector of the optical spectrum analyzer. If the transmitter under test does not include isolation from back-reflections, as often the case at 850 nm, these reflections can cause the spectrum to be unstable and should be reduced with high return-loss connections and possibly external isolation or attenuation at the transmitter output.

7.2 Adjustment of spectrum analyzer controls

7.2.1 Using the resolution control, select an appropriate resolution (see 4.1).

7.2.2 Using the span control, select an appropriate span of wavelength range on the display section of the spectrum analyzer. Initially select the maximum span to obtain the appropriate position of the peak wavelength; then adjust the span again so that, at the selected gain, the smallest detectable output power level occupies the extreme edges of the screen horizontal scale. For SLM lasers, the span may need to be changed, typically from 2 nm to 20 nm full scale, to determine the spectral width and *SMSR*.

7.2.3 Using the gain or reference level control, select a gain or reference level so that the amplitude of the peak output extends over the entire screen vertical scale. If available, use the spectrum analyzer log-scale for amplitude measurement, to achieve the maximum dynamic range.

7.3 Continuous LED and SLM spectra

7.3.1 General

Refer to Figures 1 and 5 for samples of LED and SLM-LD spectrum analyzer outputs. At the end of several single measurement sweeps, ensure that the output spectrum is stable (power variation at any wavelength is $\leq 10\%$ or $\sim 0,5$ dB between sweeps).

7.3.2 Determine the peak wavelength, λ_p . (Most optical spectrum analyzers have a peak-search button that automatically performs this function.)

7.3.3 For LEDs, record the two half-power wavelengths, on both sides of the peak wavelength, that are 3 dB down from the peak amplitude. Determine the number of points to record (minimum 11), and the wavelength λ_i and the amplitude p_i for each point i in the displayed spectrum as follows.

7.3.4 On both sides of the peak, find the wavelengths closest to the peak, corresponding to the two points n dB down from the peak (see example in Figure 1), where n is typically 20.

7.3.5 To find 11 equally spaced points, subtract these two wavelengths and divide the result by 10. This gives the spacing between points.

7.3.6 Starting with the minimum wavelength as the first point, add the wavelength spacing to find the next point. Continue until 11 points are found (the 11th point should correspond to the maximum wavelength from 7.3.4). Record the wavelengths in Table 2, Column 2.

7.3.7 Find the output power (in dBm) corresponding to each wavelength point and record in Table 2, Column 3.

7.3.8 Convert the power in dBm to nanowatts (nW) using $P(\text{nW}) = 10^{[0,1P(\text{dBm})+6]}$ and record in Table 2, Column 4.

7.4 Discrete MLM spectra

7.4.1 At the end of a single measurement sweep, measure and record the wavelength and the amplitude, for all the modes displayed, in Table 2. The display at the end of the

measurement sweep will determine the number of modes and the reference nominal wavelength for each mode. Refer to Figure 2 for a sample spectrum analyzer output.

7.4.2 Measure and record the wavelength and the amplitude for each mode displayed for each of the 10 single measurement sweeps. Include modes at least n dB below the peak mode, where n is typically 20 to 25. For each mode at nominal wavelengths measured and recorded in 7.4.1, calculate the average of the 10 measured wavelengths and the corresponding average of the 10 amplitude readings. Record these average values in Table 2.

7.4.3 Compare the readings of 7.4.1 and 7.4.2 for each mode. For any mode, if the difference in wavelength readings is more than 0,2 nm, or the difference in amplitude readings is more than 10 %, this indicates mode instability and the calculations may not be accurate.

7.5 Continuous SLM spectra

7.5.1 Measure and record the amplitude (M1) at the peak wavelength and the amplitude (M2) of the strongest side-mode.

7.5.2 Measure and record the two wavelengths, on both sides of the peak wavelength, that are n dB down from the peak amplitude, where n is typically 20 or 30.

8 Calculation

8.1 General

Many optical spectrum analyzers calculate some or all of the following parameters internally. Note that for Method A, there will be N points corresponding to all of the data points taken. Before beginning calculations, it is recommended that any power data points that are more than 20 dB (or another chosen and documented range) below the maximum power reading not be used in the calculations. This will especially prevent the user from overestimating the RMS spectral width. For Method B, the total number of data points N will be the number of recorded mode peaks.

8.2 Centre wavelength

8.2.1 Continuous LED spectra

This is the average of the half-power wavelengths determined from the result of 6.3.5 for Method A or in 7.3.3 for Method B.

8.2.2 Discrete MLM spectra

This is the average of the half-power wavelengths that can be determined as follows by interpolation, since the laser may not have modes at these wavelengths.

Connect the tip of each mode to the tips of adjacent modes as shown in Figure 3; draw a horizontal line 3 dB down from the peak power point. The two or more intersection points of the horizontal line with the tip-connecting lines define the half-power wavelengths. The average of the half-power wavelengths that are furthest separated is λ_0 .

8.3 Centroidal wavelength

Using the wavelengths and corresponding linear power (nW) in Table 2 for Method B or the result of 6.3.5 for Method A, calculate the centroidal wavelength as follows:

$$\lambda_c = \left(\frac{1}{P_0} \right) \sum_{i=1}^N P_i \lambda_i$$

where

λ_i is the wavelength of the i^{th} point;

P_i is the power of the i^{th} point; and

P_0 is the total power summed for all points:

$$P_0 = \sum_{i=1}^N P_i$$

N is the number of points.

Refer to Table 1 for a calculation example.

8.4 Peak wavelength

8.4.1 Continuous LED and SLM spectra

Use the value measured in 7.3.2 for Method B or the wavelength of the maximum power in the spectrum of 6.3.5 for Method A as the peak wavelength.

8.4.2 Discrete MLM spectra

The peak wavelength can be obtained directly the wavelength corresponding to maximum power in the spectrum from 6.3.5 for Method A or from Table 2 (log or linear scale), representing the average of 10 readings, by reading the wavelength corresponding to the peak power level for Method B. If the maximum power occurs in more than one mode, take the average of the wavelength of all modes with the maximum power. Use the average value as the peak wavelength.

8.5 RMS spectral width ($\Delta\lambda_{\text{rms}}$)

Using the wavelengths and corresponding linear power (nW), in the spectrum from 6.3.5 for Method A or from Table 2 (single or average values) for Method B, calculate the rms spectral width as:

$$\Delta\lambda_{\text{rms}} = \left[\frac{1}{P_0} \sum_{i=1}^N P_i (\lambda_i - \lambda_c)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

Refer to Table 1 for a calculation example. Note that $\Delta\lambda_{\text{rms}}$ does not apply to SLM sources. As mentioned at the beginning of Clause 8, a documented method for limiting the range of the data points should be used, such as a cutoff of 20 dB from the peak power.

8.6 n-dB spectral width ($\Delta\lambda_{\text{n-dB}}$)

The difference in wavelengths recorded in 7.5.2 for Method B, or which are n dB below the peak in the spectrum from 6.3.5 from Method A, is $\Delta\lambda_{\text{n-dB}}$ (see Figure 5). This $\Delta\lambda_{\text{n-dB}}$ applies to SLM lasers, but does not apply to MLM lasers or to LEDs.

8.7 Full-width half-maximum spectral width ($\Delta\lambda_{\text{fwhm}}$)

8.7.1 Continuous LED spectra

The difference of the half-power wavelengths recorded in 7.3.3 from Method B or determined from the spectra of 6.3.5 for Method A is $\Delta\lambda_{\text{fwhm}}$.

8.7.2 Discrete MLM spectra

This is the difference of the half-power wavelengths that can be determined as follows by interpolation, since the laser may not have modes at these wavelengths.

Connect the tip of each mode to the tips of adjacent modes as shown in Figure 3 and draw a horizontal line 3 dB down from the peak power point. The two or more intersection points between these lines define the half-power wavelengths. The maximum difference in half-power wavelengths is $\Delta\lambda_{fwhm}$.

NOTE The procedure of 8.7.2 uses interpolation based on a segmented linear fit. In many cases, the spectrum can also be well represented by a Gaussian fit. In this case, the FWHM spectral width can also be calculated on the basis of the RMS spectral width. For a Gaussian distribution, $\Delta\lambda_{fwhm} = 2,355 \times \Delta\lambda_{rms}$.

8.8 Side-mode suppression ratio (SMSR)

From the power of the highest signal peak of an SLM, M1, and the power of the highest sidemode, M2, as determined in 7.5.1 from Method B or from the spectrum of 6.3.5 from Method A, calculate the ratio (in dB) as:

$$SMSR = 10 \log_{10} \left(\frac{M1}{M2} \right)$$

9 Test results

9.1 Required information

The required information shall include :

- Date, title of test, and procedures used
- Identification of the fibre optic transmitter (terminal device) or the optical source to be tested, together with applicable data
- Reference point temperature
- Results of the examination.

9.2 Information to be available on request

Information to be available on request is as followings:

- Test equipment used and the latest date of calibration
- Names of test personnel
- The measurement uncertainty due to measurement inaccuracy and display resolution
- Data rate and input signal characteristics, including modulation depth and pulse shape
- Supply voltage(s) and/or current(s)
- Bias circuit configuration for discrete optical source
- Optical output measurement conditions, including details of fibre test cords, pigtail and standard coupling means, where applicable
- Optical output measurement conditions, including details of fibre test cords, pigtail and standard coupling means, where applicable
- Recommended warm-up time for temperature stabilization.

10 Example results

The output power spectrum (in dBm) of a single-mode fibre coupled, high power, InGaAsP edge-emitting LED is shown in Figure 1. Columns 1 to 3 in Table 1 show the 11 points

selected from the spectrum according to 7.3. Column 4 shows the power converted from logarithmic to linear units. The products shown in Columns 5 and 6, and the summations shown in the row labeled “SUM”, are used to calculate the centroidal wavelength λ_c , and rms spectral width, $\Delta\lambda_{\text{rms}}$, according to 8.3 and 8.5, respectively. The bottom two rows show the calculated centroidal wavelength and rms spectral width for this LED.

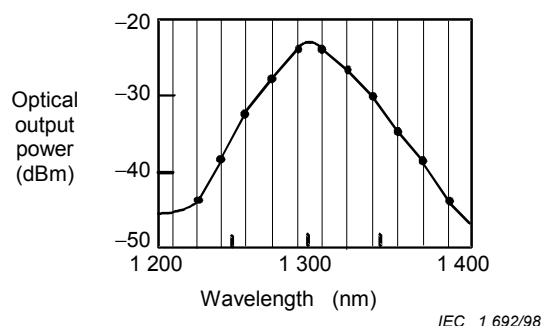


Figure 1 – Example of a LED optical spectrum

Table 1 – Measurement points for LED spectrum from Figure 1

i	Wavelength λ_i nm	Power (log) dBm	Power (linear) p_i nW	$p_i \lambda_i$	$p_i (\lambda_i - \lambda_c)^2$
1	1 226	–44	40	49 040	256 000
2	1 243	–39	126	156 618	500 094
3	1 260	–33	501	631 260	1 060 116
4	1 277	–28	1 585	2 024 045	1 332 985
5	1 294	–24	3 981	5 151 414	573 264
6	1 311	–24	3 981	5 219 091	99 525
7	1 328	–27	1 995	2 649 360	965 580
8	1 345	–31	794	1 067 930	1 207 674
9	1 362	–35	316	430 392	990 976
10	1 379	–39	126	173 754	671 454
11	1 396	–44	40	55 840	324 000
SUM	–	–	13 485	17 608 744	7 981 668
λ_c	1 306	–	–	–	–
$\Delta\lambda_{\text{rms}}$	24	–	–	–	–

Table 2 – RMS spectral characterization

i	Wavelength λ_i nm	Power (log) dBm	Power (linear) p_i nW	$p_i \lambda_i$	$p_i (\lambda_i - \lambda_c)^2$
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
SUM	–	–			
λ_c		–	–	–	–
$\Delta\lambda_{\text{rms}}$		–	–	–	–

The table contains the average wavelength power readings for each point, where i corresponds to mode number for discrete MLM spectra and to wavelength point for continuous LED and SLM spectra.

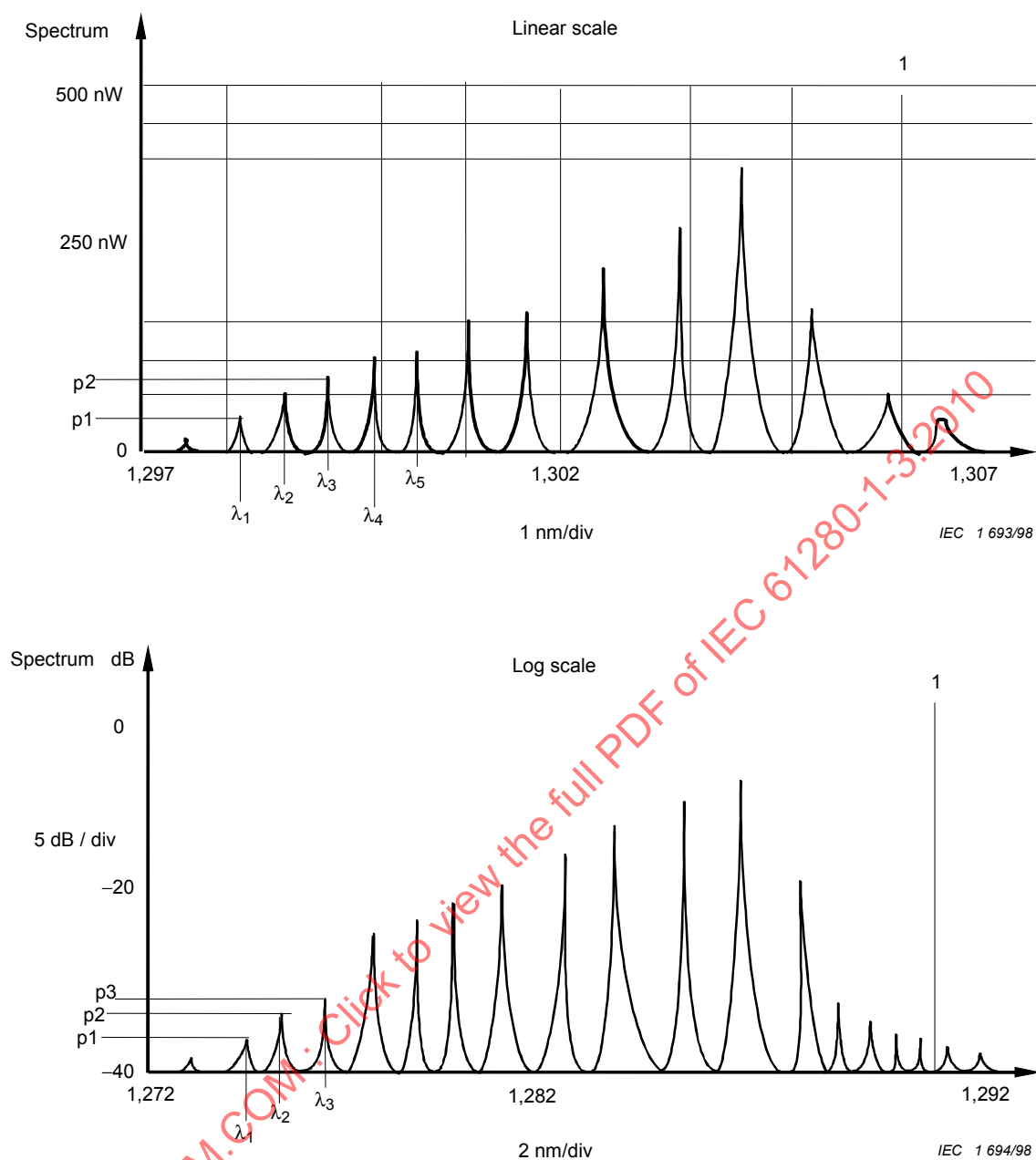


Figure 2 – Typical spectrum analyzer output for an MLM laser

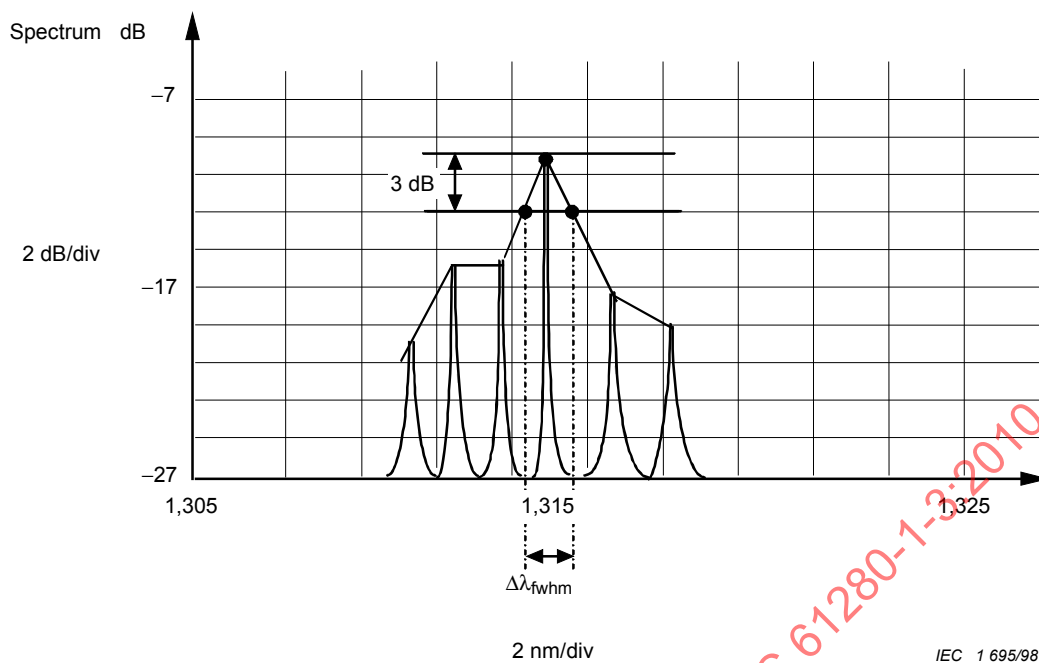


Figure 3 – $\Delta\lambda_{\text{fwhm}}$ spectral width measurement for MLM laser

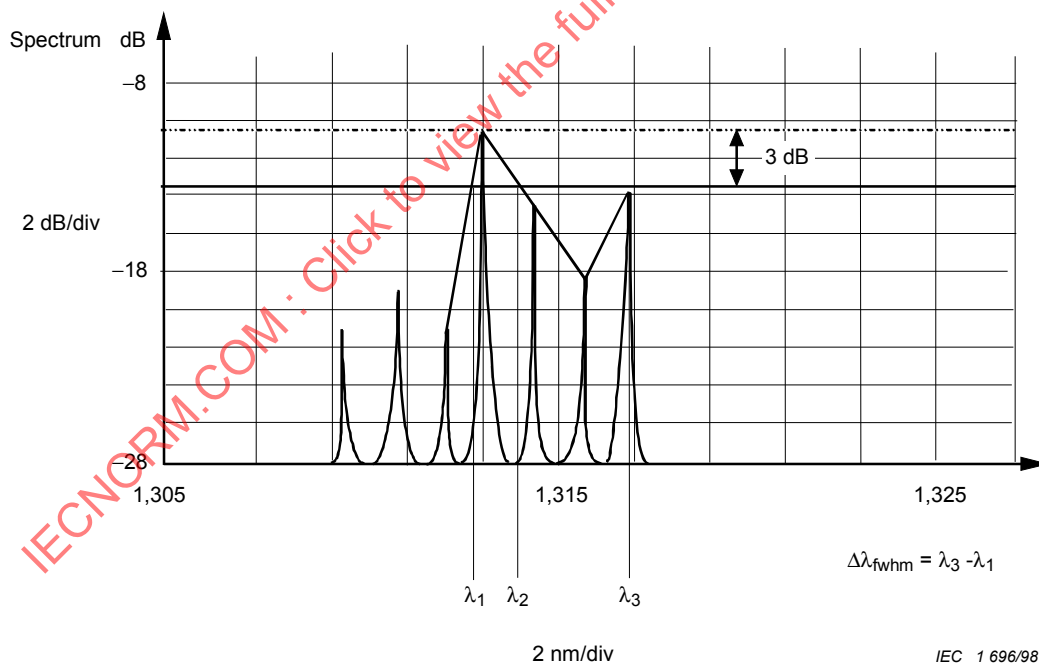


Figure 4 – $\Delta\lambda_{\text{fwhm}}$ spectral width calculation for MLM laser

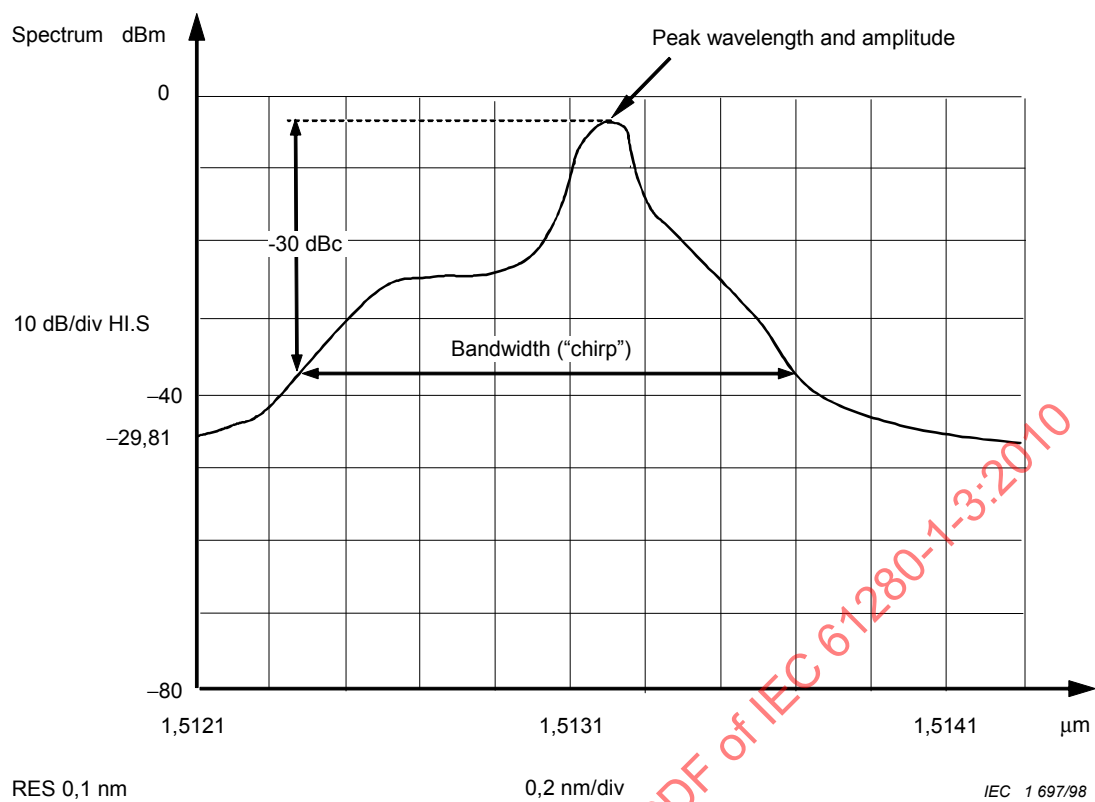


Figure 5 – Peak emission wavelength and $\Delta\lambda_{30\text{-dB}}$ measurement for SLM laser

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	19
1 Domaine d'application	21
2 Références normatives	21
3 Termes et définitions	21
3.1 Longueur d'onde	21
3.2 Largeur spectrale	22
3.3 Caractéristiques spectrales supplémentaires	22
4 Appareillage	22
4.1 Analyseur de spectre optique (OSA, <i>Optical Spectrum Analyzer</i>) étalonné	22
4.2 Alimentations électriques	23
4.3 Source des signaux d'entrée ou modulateur	23
4.4 Cordon d'essai	23
5 Echantillon d'essai	23
6 Procédure (Méthode A)	23
6.1 Généralités	23
6.2 Montage	24
6.3 Réglage des commandes de l'analyseur de spectre optique	24
7 Procédure (Méthode B)	25
7.1 Montage	25
7.2 Réglage des commandes de l'analyseur de spectre optique	25
7.3 Spectres LED et SLM continus	25
7.4 Spectres MLM discrets	26
7.5 Spectres SLM continus	26
8 Calculs	27
8.1 Généralités	27
8.2 Longueur d'onde centrale	27
8.3 Longueur d'onde centroïdale	27
8.4 Longueur d'onde de crête	27
8.5 Largeur spectrale RMS ($\Delta\lambda_{rms}$)	28
8.6 Largeur spectrale n-dB ($\Delta\lambda_{n-dB}$)	28
8.7 Largeur spectrale à mi-hauteur ($\Delta\lambda_{fwhm}$)	28
8.8 Rapport de suppression latérale (<i>SMSR</i>)	29
9 Résultats	29
9.1 Informations requises	29
9.2 Informations devant être disponibles sur demande	29
10 Exemples de résultats	29
Figure 1 – Exemple du spectre optique d'une LED	30
Figure 2 – Spectre typique d'un laser MLM donné par un analyseur	32
Figure 3 – Mesure de la largeur du spectre $\Delta\lambda_{fwhm}$ d'un laser MLM	33
Figure 4 – Calcul de la largeur spectrale $\Delta\lambda_{fwhm}$ d'un laser MLM	33
Figure 5 – Mesure de la longueur d'onde de crête et de $\Delta\lambda_{30-dB}$ d'un laser SLM	34
Tableau 1 – Points de mesurage de la Figure 1 pour le spectre d'une LED	30
Tableau 2 – Caractérisation d'un spectre efficace	31

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**PROCÉDURES D'ESSAI DES SOUS-SYSTÈMES
DE TÉLÉCOMMUNICATION À FIBRES OPTIQUES –****Partie 1-3: Sous-systèmes généraux de télécommunication –
Mesure de la longueur d'onde centrale et de la largeur spectrale**

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les publications CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et elles sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toute divergence entre toute Publication de la CEI et toute publication nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI 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 la CEI. La CEI 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 la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente publication CEI peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété ou de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme Internationale CEI 61280-1-3 a été établie par le sous-comité 86C: Systèmes et dispositifs actifs à fibres optiques, du comité d'études 86 de la CEI : Fibres optiques.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition publiée en 1998. Elle constitue une révision technique et apporte des modifications qui reflètent les nouvelles technologies laser. Elle intègre une deuxième méthode modifiée pour tenir compte de l'évolution de l'état de l'art de l'instrumentation.

La présente version bilingue (2013-07) correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2010-03.

Le texte anglais de cette norme est issu des documents 86C/887/CDV et 86C/937/RVV.

Le rapport de vote 86C/937/RVC 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/CEI, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série CEI 61280, publiées sous le titre général *Procédures d'essai des sous-systèmes de télécommunication à fibres optiques*, est disponible sur le site internet de la CEI.

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 la CEI sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61280-1-3:2010

PROCÉDURES D'ESSAI DES SOUS-SYSTÈMES DE TÉLÉCOMMUNICATION À FIBRES OPTIQUES –

Partie 1-3: Sous-systèmes généraux de télécommunication – Mesure de la longueur d'onde centrale et de la largeur spectrale

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 61280 fournit des définitions et des procédures de mesure pour plusieurs propriétés de longueur d'onde et de largeur spectrale d'un spectre optique associées à un sous-système de télécommunication à fibres optiques, un émetteur optique ou d'autres sources de lumière utilisées pour l'exploitation ou les essais des sous-systèmes de télécommunication.

Le mesurage est effectué pour les besoins de la construction et/ou de la maintenance d'un système. Dans le cas des signaux dans les sous-systèmes de télécommunication, l'émetteur optique fonctionne généralement en modulation.

NOTE Des propriétés différentes peuvent être appropriées pour des types de spectres différents, telles que les caractéristiques spectrales continues des diodes électroluminescentes (LED), les spectres de mode multilongitudinal (MLM), de mode multitransversal (MTM) et de mode monolongitudinal (SLM), qui sont caractéristiques des diodes lasers (LD).

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60825-1, *Sécurité des appareils à laser – Partie 1: Classification des matériels et exigences*

CEI 62129, *Etalonnages des analyseurs de spectre optique*

3 Termes et définitions

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

3.1 Longueur d'onde

NOTE Les termes suivants concernant la longueur d'onde donnent des définitions quantitatives pour la description de la longueur d'onde centrale d'un spectre. Dans la présente norme, "longueur d'onde centrale" est un terme générique pour ces termes.

3.1.1

longueur d'onde centrale

λ_0

également désignée sous le terme "point milieu à demi-puissance", dans un spectre optique, moyenne des longueurs d'onde de demi-puissance, situées de part et d'autre et les plus rapprochées de la longueur d'onde correspondant à la puissance de crête

3.1.2

longueur d'onde à demi-puissance

λ_{3dB}

dans un spectre optique, longueur d'onde correspondant à la demi-puissance de crête

3.1.3

longueur d'onde de crête

λ_p

dans un spectre optique, longueur d'onde correspondant à la valeur maximale de puissance

3.1.4

longueur d'onde centroïdale

λ_{avg}

longueur d'onde moyenne d'un spectre optique

3.2 Largeur spectrale

3.2.1

largeur efficace (rms, root-mean-square)

$\Delta\lambda_{rms}$

racine carrée du second moment de la distribution de puissance autour de la longueur d'onde centroïdale

3.2.2

largeur n -dB inférieure

$\Delta\lambda_{n-dB}$

différence positive des longueurs d'onde situées de part et d'autre et les plus rapprochées de la longueur d'onde correspondant à la puissance de crête λ_p , pour laquelle la densité spectrale de puissance est inférieure de n dB à sa valeur de crête

3.2.3

largeur à mi-hauteur

$\Delta\lambda_{fwhm}$

cas particulier de la définition ci-dessus avec $n = 3$

3.3 Caractéristiques spectrales supplémentaires

3.3.1

rapport de suppression latérale

SMSR

rapport de la valeur de crête la plus élevée du spectre optique sur la valeur de crête immédiatement inférieure, pour un spectre nominale SLM (voir 8.8)

4 Appareillage

4.1 Analyseur de spectre optique (OSA, *Optical Spectrum Analyzer*) étalonné

Cet équipement d'essai particulier utilise une méthode spectrophotométrique dispersive pour déterminer et enregistrer la répartition spectrale optique. La résolution et la plage de longueurs d'onde exigées dépendent du type et de la variété des signaux à mesurer. Généralement, les sources à LED ont des spectres larges avec petite structure ainsi une plage d'au moins 200 nm et une résolution de 1 nm ou une valeur plus faible sont recommandées. Les sources à laser ont des spectres bien plus étroits et peuvent être utilisées dans des applications de multiplexage de longueurs d'onde (WDM), pour lesquelles une détermination plus précise de la longueur d'onde est exigée. Une résolution de longueur d'onde de 0,1 nm ou une valeur plus faible est recommandée et l'exigence réelle est déterminée par l'application. Dans tous les cas, la sensibilité et la plage de longueurs d'onde de l'analyseur de spectre doivent être suffisantes pour mesurer tout le spectre à au moins

-20 dB par rapport à la puissance de crête. Pour la mesure du *SMSR*, une plage dynamique plus importante est normalement exigée.

Les équipements OSA doivent être étalonnés conformément à la CEI 62129. Les équipements utilisés doivent avoir un certificat d'étalonnage valide conforme au système qualité applicable pendant la période de réalisation des essais.

4.2 Alimentations électriques

Telles qu'exigées pour le dispositif en essai.

4.3 Source des signaux d'entrée ou modulateur

La source des signaux d'entrée est un générateur de signaux ou un modulateur capable de fournir des signaux analogiques ou numériques compatibles avec le système.

4.4 Cordon d'essai

Sauf spécification contraire, les propriétés physiques et optiques des cordons d'essai doivent être adaptées à l'installation de câbles avec laquelle l'équipement est destiné à fonctionner. Les cordons doivent avoir une longueur comprise entre 2 m et 5 m et ils doivent contenir des fibres optiques avec des revêtements qui éliminent la lumière de gaine. Des connecteurs appropriés doivent être utilisés. Les cordons unimodaux doivent être mis en œuvre avec deux boucles de 90 mm de diamètre ou assurer d'une autre manière le rejet des modes de gaines. Si l'équipement est destiné à fonctionner en multimode et que les caractéristiques des câbles de l'installation ne sont pas connues, les caractéristiques des fibres optiques doivent être 50/125 µm.

5 Echantillon d'essai

L'échantillon d'essai doit être un sous-système à fibres optiques spécifié, un émetteur ou une source de lumière. Les signaux électriques d'entrée et de sortie du système doivent être ceux normalement vus par l'utilisateur. Les paramètres de largeur spectrale sont normalement utilisés pour caractériser les émetteurs MLM et à LED. Les largeurs des lasers MTM et SLM sans modulation sont normalement trop étroites pour être mesurées avec des instruments spectraux à dispersion utilisés dans la présente méthode. Les émetteurs SLM modulés possèdent des largeurs de raie élargies pour les débits de données élevés (supérieurs à environ 2,5 Gb/s) et en raison de la fluctuation des longueurs d'onde qui peut être mesurée par cette méthode.

AVERTISSEMENT – Il est important de prendre toutes les précautions nécessaires afin d'éviter des blessures oculaires pouvant survenir en regardant par l'une des extrémités d'une fibre optique alimentée par une source de lumière quelconque. Le plus important est d'éviter de regarder à l'aide d'un dispositif de grossissement dans une fibre optique alimentée.

Les exigences de la CEI 60825-1 doivent être respectées.

6 Procédure (Méthode A)

6.1 Généralités

La Méthode A est conçue pour l'utilisation des analyseurs de spectre optique types du commerce qui permettent une mesure rapide des spectres avec 1000 échantillons de longueurs d'ondes ou plus, et permet l'analyse de spectres basés sur tous les échantillons au lieu de sélectionner par exemple uniquement les échantillons aux valeurs de crête des longueurs d'onde de mode. La méthode précédente qui utilisait un nombre d'échantillons de longueur d'onde plus faible est incluse à l'Article 7 comme Méthode B, dans un souci de compatibilité avec la première édition de la présente norme. La Méthode A a l'avantage d'une

analyse automatisée plus simple et d'une meilleure représentation de spectres complexes mais étroits comme dans le cas des diodes laser à cavité verticale émettant par la surface en mode multitransversal (*vertical cavity surface emitting lasers* - VCSEL). Sa facilité d'application et sa prévalence dans l'industrie font de la Méthode A la méthode d'essai de référence.

6.2 Montage

6.2.1 Appliquer les procédures appropriées de manipulation afin d'éviter les dommages dus aux décharges d'électricité statique (DES) pouvant entraîner la défaillance des dispositifs optoélectroniques.

6.2.2 A l'exception de la température ambiante et sauf spécification contraire, les conditions normales d'environnement doivent être appliquées. Sauf spécification contraire, la température ambiante ou celle du point de référence doit être égale à $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$.

6.2.3 Sauf spécification contraire, alimenter la source optique avec un signal d'entrée modulé. Attendre la stabilisation en température (préconisée par le fabricant ou indiquée dans la spécification particulière) de l'ensemble source/émetteur optique.

6.2.4 Mettre l'analyseur de spectre optique en route. Attendre la fin de la période de préchauffage et de stabilisation préconisée pour atteindre le niveau de performance de mesure assigné.

6.2.5 Connecter la sortie optique de la source optique en essai, au connecteur d'entrée de l'analyseur de spectre optique. Si l'émetteur en essai ne possède pas d'isolation contre les réflexions en retour, comme c'est souvent le cas à 850 nm, ces réflexions peuvent rendre le spectre instable et il convient de les réduire avec des connexions à affaiblissement de réflexion élevé voire avec une isolation externe ou un affaiblissement à la sortie de l'émetteur.

6.3 Réglage des commandes de l'analyseur de spectre optique

6.3.1 Sélectionner la valeur de la résolution (voir 4.1) à l'aide de la commande correspondante. Normalement, il convient d'utiliser une valeur inférieure à 1/10 de la largeur spectrale à mesurer ou bien la largeur de bande de la résolution la plus fine disponible (0,1 nm ou moins). Fixer le nombre de points de données dans le signal acquis pour être sûr d'échantillonner de manière appropriée le détail du spectre optique. Normalement, le réglage est d'au moins 4 fois la résolution d'échantillon fois la largeur totale mesurée. Par exemple, une plage de mesure de 10 nm, avec une résolution de 0,1 nm, nécessite un minimum de 400 points dans la mesure ($4 \times (\text{plage totale})/\text{résolution}$).

6.3.2 A l'aide de la commande appropriée, sélectionner une plage appropriée de longueurs d'onde dans la zone d'affichage de l'analyseur de spectre. Sélectionner d'abord une plage suffisamment étendue pour déterminer la position appropriée de la longueur d'onde de crête; ensuite réduire et régler de nouveau la plage pour convenir à l'ensemble du spectre source ou au moins à toutes les valeurs qui sont à au moins 20 dB de la puissance de crête. Pour les lasers SLM, il peut être nécessaire de changer la plage, généralement en passant de 2 nm à 20 nm à pleine échelle, afin de déterminer la largeur spectrale et le *MSR*.

6.3.3 A l'aide de la commande de gain ou de niveau de référence, sélectionner un niveau de gain ou de référence, de telle sorte que l'amplitude de la puissance de sortie de crête recouvre la totalité de l'échelle verticale de l'écran.

6.3.4 Utiliser si possible pour les mesures d'amplitude l'échelle logarithmique de l'analyseur de spectre, afin d'obtenir la plage dynamique maximale.

6.3.5 Pour les OSA qui ne peuvent pas réaliser les calculs de l'Article 8 en interne, transférer les données de spectre optique mesurées sur un ordinateur pour une analyse

complémentaire dans un format contenant à la fois la longueur d'onde et l'amplitude de tous les points de la mesure.

7 Procédure (Méthode B)

7.1 Montage

7.1.1 Appliquer les procédures appropriées de manipulation afin d'éviter les dommages dus aux décharges d'électricité statique (DES) pouvant entraîner la défaillance des dispositifs optoélectroniques.

7.1.2 A l'exception de la température ambiante et sauf spécification contraire, les conditions normales d'environnement doivent être appliquées. Sauf spécification contraire, la température ambiante ou celle du point de référence doit être égale à $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$.

7.1.3 Sauf spécification contraire, alimenter la source optique avec un signal d'entrée modulé. Attendre la stabilisation en température (préconisée par le fabricant ou indiquée dans la spécification particulière) de l'ensemble source/émetteur optique.

7.1.4 Mettre l'analyseur de spectre optique en route. Attendre la fin de la période de préchauffage et de stabilisation préconisée pour atteindre le niveau de performance de mesure assigné.

7.1.5 Connecter la sortie optique de la source optique en essai, au connecteur d'entrée de l'analyseur de spectre optique. Si l'émetteur en essai ne possède pas d'isolation contre les réflexions en retour, comme c'est souvent le cas à 850 nm, ces réflexions peuvent rendre le spectre instable et il convient de les réduire avec des connexions à affaiblissement de réflexion élevé voire avec une isolation externe ou un affaiblissement à la sortie de l'émetteur.

7.2 Réglage des commandes de l'analyseur de spectre optique

7.2.1 Sélectionner la valeur de la résolution (voir 4.1) à l'aide de la commande correspondante.

7.2.2 A l'aide de la commande appropriée, sélectionner une plage appropriée de longueurs d'onde dans la zone d'affichage de l'analyseur de spectre. Sélectionner d'abord la plage maximale afin de repérer la position de la longueur d'onde de crête. Ajuster ensuite la plage de manière telle que, à la valeur de gain choisie, le niveau de puissance de sortie le plus faible qui puisse être détecté occupe les extrémités de l'échelle horizontale sur l'écran. Pour les lasers SLM, il peut être nécessaire de changer la plage, généralement en passant de 2 nm à 20 nm à pleine échelle, afin de déterminer la largeur spectrale et le *SMSR*.

7.2.3 A l'aide de la commande de gain ou de niveau de référence, sélectionner un niveau de gain ou de référence, de telle sorte que l'amplitude de la puissance de sortie de crête recouvre la totalité de l'échelle verticale de l'écran. Utiliser si possible pour les mesures d'amplitude l'échelle logarithmique de l'analyseur de spectre, afin d'obtenir la plage dynamique maximale.

7.3 Spectres LED et SLM continus

7.3.1 Généralités

Les Figures 1 et 5 représentent des exemples de sorties d'analyseur de spectres de LED et de SLM-LD. Vérifier, après plusieurs balayages de mesures isolés, que le spectre de sortie est stable (c'est-à-dire que, entre deux séries de mesures, la variation de puissance pour toutes les longueurs d'onde est $\leq 10\text{ %}$ ou $\sim 0,5\text{ dB}$).

7.3.2 Déterminer la longueur d'onde de crête λ_p . (La plupart des analyseurs de spectre possèdent une commande de recherche automatique de la longueur d'onde de crête.)

7.3.3 Pour les LED, noter les deux longueurs d'onde de demi-puissance, situées de part et d'autre de la longueur d'onde de crête, d'amplitude de 3 dB inférieure à celle de crête. Déterminer le nombre de points à enregistrer (au minimum 11) ainsi que la longueur d'onde λ_i et l'amplitude p_i pour chacun des points i du spectre affiché, de la manière suivante:

7.3.4 Rechercher, de part et d'autre de la crête, les longueurs d'onde les plus proches de la longueur d'onde de crête, correspondant aux deux points d'amplitude inférieure de n dB à celle de crête (voir exemple à la Figure 1), où n est typiquement égal à 20.

7.3.5 Afin de déterminer 11 points équidistants, soustraire ces deux longueurs d'onde et diviser le résultat par 10. La valeur obtenue représente l'espacement entre les points.

7.3.6 En attribuant au premier point la longueur d'onde la plus faible, ajouter la valeur de l'espacement pour déterminer le point suivant. Procéder ainsi pour les 11 points (il convient que le 11^e point corresponde à la longueur d'onde maximale déterminée en 7.3.4). Noter les longueurs d'onde dans la colonne 2 du Tableau 2.

7.3.7 Déterminer la puissance de sortie (en dBm) correspondant à chacun des points de longueur d'onde et l'inscrire dans la colonne 3 du Tableau 2.

7.3.8 Convertir en nanowatts (nW) la puissance exprimée en dBm à l'aide de la formule $P(\text{nW}) = 10^{[0,1P(\text{dBm})+6]}$ et noter la valeur obtenue dans la colonne 4 du Tableau 2.

7.4 Spectres MLM discrets

7.4.1 A l'issue d'un balayage de mesure, mesurer et noter dans le Tableau 2 la longueur d'onde et l'amplitude de tous les modes affichés. A la fin du balayage de mesure, l'affichage indique le nombre de modes et la longueur d'onde nominale de référence pour chacun d'eux. La Figure 2 donne un exemple d'affichage d'une sortie d'analyseur de spectre.

7.4.2 Mesurer et noter, pour chaque mode affiché des 10 séries de mesure, la longueur d'onde et l'amplitude. Inclure les modes correspondant à une puissance inférieure d'au moins n dB à celle du mode de crête, avec n normalement compris entre 20 et 25. Calculer, pour chacun des modes des longueurs d'onde nominales mesurées et enregistrées en 7.4.1, la moyenne des 10 longueurs d'onde mesurées et celle des 10 amplitudes moyennes correspondantes. Noter ces valeurs dans le Tableau 2.

7.4.3 Comparer les valeurs affichées de 7.4.1 et 7.4.2 pour chaque mode. Pour chaque mode, si la différence des longueurs d'onde est supérieure à 0,2 nm ou si la différence des amplitudes est supérieure à 10 %, le mode est instable et les calculs peuvent ne pas être précis.

7.5 Spectres SLM continus

7.5.1 Mesurer et noter l'amplitude (M1) à la longueur d'onde de crête et l'amplitude (M2) du mode latéral le plus fort.

7.5.2 Mesurer et noter les deux longueurs d'onde, situées de part et d'autre de la longueur d'onde de crête, qui présentent une amplitude inférieure de n dB à l'amplitude de crête, avec n normalement égal à 20 ou 30.

8 Calculs

8.1 Généralités

De nombreux analyseurs de spectre optique calculent certains ou tous les paramètres suivants en interne. Noter que pour la Méthode A, il y aura N points correspondant à tous les points de données pris. Avant de commencer les calculs, il est recommandé d'éliminer tout point de donnée de puissance inférieur de plus de 20 dB (ou une autre plage choisie et documentée) à la puissance maximale. Ceci empêchera en particulier l'utilisateur de surestimer la largeur spectrale RMS. Pour la Méthode B, le nombre total de points de données N sera le nombre de valeurs de crête de mode enregistrées.

8.2 Longueur d'onde centrale

8.2.1 Spectres LED continus

Il s'agit de la moyenne des longueurs d'onde de demi-puissance déterminée à partir du résultat de 6.3.5 pour la Méthode A ou de 7.3.3 pour la Méthode B.

8.2.2 Spectres MLM discrets

Il s'agit de la moyenne des longueurs d'onde de demi-puissance qui peut être obtenue par interpolation de la manière suivante puisque le rayonnement laser peut ne pas présenter de modes pour ces longueurs d'onde.

Relier l'extrémité de chaque mode aux extrémités des modes adjacents, comme indiqué à la Figure 3: tracer une ligne horizontale à 3 dB en dessous du point de puissance de crête. Les deux points d'intersection (ou plus) de la ligne horizontale avec les lignes reliant les extrémités définissent les longueurs d'onde de demi-puissance. La moyenne des longueurs d'onde de demi-puissance les plus éloignées l'une de l'autre est $\lambda_{\text{centrale}}$.

8.3 Longueur d'onde centroïdale

En utilisant les longueurs d'onde et les puissances linéaires correspondantes (nW) du Tableau 2 pour la Méthode B ou le résultat de 6.3.5 pour la Méthode A, la longueur d'onde centroïdale est donnée par la formule suivante:

$$\lambda_c = \left(\frac{1}{P_0} \right) \sum_{i=1}^N P_i \lambda_i$$

ou

λ_i est la longueur d'onde du $i^{\text{ème}}$ point;

P_i est la puissance du $i^{\text{ème}}$ point; et

P_0 est la somme de la puissance totale de tous les points:

$$P_0 = \sum_{i=1}^N P_i$$

N est le nombre de points.

Le Tableau 1 donne un exemple de calcul.

8.4 Longueur d'onde de crête

8.4.1 Spectres LED et SLM continus

Utiliser la valeur mesurée en 7.3.2 pour la Méthode B ou la longueur d'onde de la puissance maximale dans le spectre de 6.3.5 pour la Méthode A comme longueur d'onde de crête.

8.4.2 Spectres MLM discrets

La longueur d'onde de crête peut être obtenue directement la longueur d'onde correspondant à la puissance maximale dans le spectre de 6.3.5 pour la Méthode A ou sur le Tableau 2 (échelle logarithmique ou linéaire), qui donne les moyennes calculées sur 10 mesures, en prenant pour valeur celle correspondant à la puissance de crête pour la Méthode B. Si la puissance maximale apparaît dans plusieurs modes, prendre la moyenne de la longueur d'onde de tous les modes avec la puissance maximale. Utiliser la valeur moyenne comme longueur d'onde de crête.

8.5 Largeur spectrale RMS ($\Delta\lambda_{rms}$)

En utilisant les longueurs d'onde et les puissances linéaires correspondantes (nW), dans le spectre provenant de 6.3.5 pour la Méthode A ou du Tableau 2 (valeurs moyennes ou simples), pour la Méthode B, calculer la largeur spectrale rms de la manière suivante:

$$\Delta\lambda_{rms} = \left[\frac{1}{P_0} \sum_{i=1}^N P_i (\lambda_i - \lambda_c)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

Le Tableau 1 donne un exemple de calcul. Noter que $\Delta\lambda_{rms}$ ne s'applique pas aux sources SLM. Comme indiqué au début de l'Article 8, il est recommandé d'utiliser une méthode documentée pour limiter la plage des points de données, comme une suppression de ce qui est à 20 dB de la puissance de crête.

8.6 Largeur spectrale n-dB ($\Delta\lambda_{n-dB}$)

La différence entre les longueurs d'onde enregistrées en 7.5.2 pour la Méthode B, ou qui sont inférieures de n dB à la valeur de crête dans le spectre de 6.3.5 de la Méthode A, est de $\Delta\lambda_{n-dB}$ (voir Figure 5). Cette valeur $\Delta\lambda_{n-dB}$ s'applique aux lasers SLM, mais pas aux lasers MLM ou à LED.

8.7 Largeur spectrale à mi-hauteur ($\Delta\lambda_{fwhm}$)

8.7.1 Spectres LED continus

La différence des longueurs d'onde de demi-puissance enregistrée en 7.3.3 pour la Méthode B ou déterminée à partir des spectres de 6.3.5 pour la Méthode A est $\Delta\lambda_{fwhm}$.

8.7.2 Spectres MLM discrets

Il s'agit de la différence des longueurs d'onde de demi-puissance qui peut être obtenue par interpolation de la manière suivante puisque le rayonnement laser peut ne pas présenter de modes pour ces longueurs d'onde.

Relier l'extrémité de chaque mode aux extrémités des modes adjacents, comme indiqué à la Figure 3 et tracer une ligne horizontale à 3 dB en dessous du point de puissance de crête. Les deux points d'intersection (ou plus) entre ces lignes définissent les longueurs d'onde de demi-puissance. La différence maximale des longueurs d'onde de demi-puissance est $\Delta\lambda_{fwhm}$.

NOTE La procédure de 8.7.2 utilise l'interpolation basée sur une adaptation linéaire segmentée. Dans de nombreux cas, le spectre peut aussi être bien représenté par une adaptation gaussienne. Dans ce cas, la largeur spectrale FWHM peut aussi être calculée sur la base de la largeur spectrale RMS. Pour une distribution gaussienne, $\Delta\lambda_{fwhm} = 2,355 \times \Delta\lambda_{rms}$.