

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC**

**61300-3-29**

Première édition  
First edition  
2005-12

---

---

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

**Partie 3-29:  
Examens et mesures –  
Techniques de mesure pour caractériser  
l'amplitude de la fonction de transfert  
spectrale des composants DWDM**

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

**Part 3-29:  
Examinations and measurements –  
Measurement techniques for characterizing  
the amplitude of the spectral transfer function  
of DWDM components**



Numéro de référence  
Reference number  
CEI/IEC 61300-3-29:2005

## Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

## Editions 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.

## Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

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 cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- Site web de la CEI ([www.iec.ch](http://www.iec.ch))
- Catalogue des publications de la CEI

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI ([www.iec.ch/searchpub](http://www.iec.ch/searchpub)) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.

- IEC Just Published

Ce résumé des dernières publications parues ([www.iec.ch/online\\_news/justpub](http://www.iec.ch/online_news/justpub)) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.

- Service clients

Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

Email: [custserv@iec.ch](mailto:custserv@iec.ch)  
Tél: +41 22 919 02 11  
Fax: +41 22 919 03 00

## Publication numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series. For example, IEC 34-1 is now referred to as IEC 60034-1.

## Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. 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.

## Further information on IEC publications

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 this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. 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 also available from the following:

- IEC Web Site ([www.iec.ch](http://www.iec.ch))
- Catalogue of IEC publications

The on-line catalogue on the IEC web site ([www.iec.ch/searchpub](http://www.iec.ch/searchpub)) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. On-line information is also available on recently issued publications, withdrawn and replaced publications, as well as corrigenda.

- IEC Just Published

This summary of recently issued publications ([www.iec.ch/online\\_news/justpub](http://www.iec.ch/online_news/justpub)) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.

- Customer Service Centre

If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:

Email: [custserv@iec.ch](mailto:custserv@iec.ch)  
Tel: +41 22 919 02 11  
Fax: +41 22 919 03 00

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC**

**61300-3-29**

Première édition  
First edition  
2005-12

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

**Partie 3-29:  
Examens et mesures –  
Techniques de mesure pour caractériser  
l'amplitude de la fonction de transfert  
spectrale des composants DWDM**

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

**Part 3-29:  
Examinations and measurements –  
Measurement techniques for characterizing  
the amplitude of the spectral transfer function  
of DWDM components**

© IEC 2005 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 Web: www.iec.ch



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX  
PRICE CODE

**V**

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

## SOMMAIRE

|                                                                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| AVANT-PROPOS .....                                                                                                              | 6  |
| 1 Domaine d'application .....                                                                                                   | 10 |
| 2 Références normatives .....                                                                                                   | 10 |
| 3 Description générale .....                                                                                                    | 10 |
| 3.1 Termes et abréviations .....                                                                                                | 12 |
| 4 Appareillage .....                                                                                                            | 14 |
| 4.1 Source .....                                                                                                                | 16 |
| 4.2 Contrôleur de polarisation .....                                                                                            | 20 |
| 4.3 Dispositif en essai (DEE) .....                                                                                             | 20 |
| 4.4 Système de réception .....                                                                                                  | 22 |
| 4.5 Liaisons temporaires (TJ, <i>Temporary joints</i> ) .....                                                                   | 24 |
| 5 Procédure .....                                                                                                               | 24 |
| 5.1 Préparation des éprouvettes .....                                                                                           | 24 |
| 5.2 Initialisation du système .....                                                                                             | 26 |
| 5.3 Mesure de référence du système .....                                                                                        | 26 |
| 5.4 Mesure des spectres du dispositif .....                                                                                     | 28 |
| 6 Caractérisation du dispositif en essai .....                                                                                  | 28 |
| 6.1 Détermination des fonctions de transfert .....                                                                              | 28 |
| 6.2 Calcul de l'affaiblissement (A) .....                                                                                       | 30 |
| 6.3 Mesures des spectres de transmission $[T(\lambda)]$ .....                                                                   | 30 |
| 6.4 Pertes dépendant de la polarisation (PDL( $\lambda$ )) .....                                                                | 40 |
| 7 Détails à spécifier .....                                                                                                     | 42 |
| 7.1 Sous-système de réglage .....                                                                                               | 42 |
| 7.2 Détecteur de puissance .....                                                                                                | 42 |
| 7.3 DEE .....                                                                                                                   | 42 |
| Annexe A Mesures du spectre de réflexion .....                                                                                  | 44 |
| Annexe B Détermination du paramètre d'incrément en longueur d'onde .....                                                        | 52 |
| Annexe C Détermination d'une valeur moyenne en utilisant la fonction shorth .....                                               | 56 |
| Annexe D Précautions en utilisant la CEI 61300-3-7 .....                                                                        | 60 |
| Figure 1 – Appareillage de mesure de base .....                                                                                 | 14 |
| Figure 2 – Appareillage de mesure pour le système à laser ajustable .....                                                       | 14 |
| Figure 3 – Appareillage de mesure pour le système à récepteur ajustable .....                                                   | 16 |
| Figure 4 – Référence du système pour la mesure de transmission .....                                                            | 26 |
| Figure 5 – Fonctions de transfert normalisées pour un filtre passe-bande (a) et un filtre coupe-bande à bande étroite (b) ..... | 32 |
| Figure 6 – Largeur de bande et largeur spectrale totale pour un réseau de Bragg sur fibre ...                                   | 36 |
| Figure 7 – Isolation du canal .....                                                                                             | 38 |
| Figure 8 – Dépendance à la polarisation de la fonction de transfert .....                                                       | 40 |

## CONTENTS

|                                                                                                  |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| FOREWORD.....                                                                                    | 7  |
| 1 Scope.....                                                                                     | 11 |
| 2 Normative references .....                                                                     | 11 |
| 3 General description .....                                                                      | 11 |
| 3.1 Overview .....                                                                               | 11 |
| 3.2 Terms and abbreviations .....                                                                | 13 |
| 4 Apparatus.....                                                                                 | 15 |
| 4.1 Source .....                                                                                 | 17 |
| 4.2 Polarisation controller.....                                                                 | 21 |
| 4.3 Device under test (DUT).....                                                                 | 21 |
| 4.4 Receiver system.....                                                                         | 23 |
| 4.5 Temporary joints (TJ) .....                                                                  | 25 |
| 5 Procedure .....                                                                                | 25 |
| 5.1 Preparation of specimens.....                                                                | 25 |
| 5.2 System initialisation .....                                                                  | 27 |
| 5.3 System reference measurement.....                                                            | 27 |
| 5.4 Measurement of device spectra.....                                                           | 29 |
| 6 Characterisation of the device under test.....                                                 | 29 |
| 6.1 Determination of transfer functions.....                                                     | 29 |
| 6.2 Calculation of attenuation (A).....                                                          | 31 |
| 6.3 Transmission $[T(\lambda)]$ spectra measurements .....                                       | 31 |
| 6.4 Polarisation dependent losses ( $PDL(\lambda)$ ).....                                        | 41 |
| 7 Details to be specified.....                                                                   | 43 |
| 7.1 Tuning sub-system.....                                                                       | 43 |
| 7.2 Power detector.....                                                                          | 43 |
| 7.3 DUT .....                                                                                    | 43 |
| Annex A (informative) Reflection spectrum measurements.....                                      | 45 |
| Annex B (informative) Determination of the wavelength increment parameter .....                  | 53 |
| Annex C (informative) Determination of a mean value using the shorth function.....               | 57 |
| Annex D (informative) Precautions using IEC 61300-3-7 .....                                      | 61 |
| Figure 1 – Basic measurement apparatus .....                                                     | 15 |
| Figure 2 – Measurement apparatus for tuneable laser system.....                                  | 15 |
| Figure 3 – Measurement apparatus for tuneable receiver system.....                               | 17 |
| Figure 4 – System reference for transmission measurement .....                                   | 27 |
| Figure 5 – Normalised transfer functions for a band pass filter (a) and a notch filter (b) ..... | 33 |
| Figure 6 – BW and full spectral width for a fibre Bragg grating .....                            | 37 |
| Figure 7 – Channel isolation .....                                                               | 39 |
| Figure 8 – Polarisation dependence of the transfer function.....                                 | 41 |

|                                                                                                                                                                                              |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure A.1 – Appareillage de mesure pour un dispositif à port unique .....                                                                                                                   | 44 |
| Figure A.2 – Montage de référence de la source .....                                                                                                                                         | 46 |
| Figure A.3 – Montage pour la mesure de la constante du système .....                                                                                                                         | 48 |
| Figure C.1 – Exemple de réponse et longueurs d'ondes $-x$ dB .....                                                                                                                           | 56 |
| Figure C.2 – Exemple présentant les longueurs d'ondes de $-0,5$ dB basées sur la<br>valeur shorth (lignes verticales en pointillés) et sur la moyenne (lignes verticales<br>continues) ..... | 58 |
| Figure D.1 – Comparaison de la fonction de transfert utilisant différentes sources .....                                                                                                     | 62 |

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61300-3-29:2005

Withdrawn

|                                                                                                                                             |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure A.1 – Measurement apparatus for a single port device .....                                                                           | 45 |
| Figure A2 – Source reference set-up .....                                                                                                   | 47 |
| Figure A3 – Set-up for measurement of system constant .....                                                                                 | 49 |
| Figure C1 – Example response and $-x$ dB wavelengths .....                                                                                  | 57 |
| Figure C2 – Example showing the $-0,5$ dB wavelengths based on the shorth (dotted vertical lines) and the mean (solid vertical lines) ..... | 59 |
| Figure D1 – Comparison of transfer function using various sources .....                                                                     | 63 |

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61300-3-29:2005

Withdawn

# COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

### Partie 3-29: Examens et mesures – Techniques de mesure pour caractériser l'amplitude de la fonction de transfert spectrale des composants DWDM

#### 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 de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et 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'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. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 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 de la 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 et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 61300-3-29 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.

Cette norme annule et remplace le CEI/PAS 61300-3-29 publié en 2002.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

|               |                 |
|---------------|-----------------|
| FDIS          | Rapport de vote |
| 86B/2216/FDIS | 86B/2253/RVD    |

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

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

## **Part 3-29: Examinations and measurements – Measurement techniques for characterising the amplitude of the spectral transfer function of DWDM components**

## 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 provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 61300-3-29 has been prepared by sub-committee 86B: Fibre optic interconnecting devices and passive components, of IEC technical committee 86: Fibre optics.

This standard cancels and replaces IEC/PAS 61300-3-29 published in 2002.

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

|              |                  |
|--------------|------------------|
| FDIS         | Report on voting |
| 86B/2216/DIS | 86B/2253/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.

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

La CEI 61300 comprend les parties suivantes, regroupées sous le titre général *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.

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

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

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

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: Examinations and measurements.

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

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

### Partie 3-29: Examens et mesures – Techniques de mesure pour caractériser l'amplitude de la fonction de transfert spectrale des composants DWDM

#### 1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 61300 a pour objet d'identifier deux méthodes fondamentales de mesure pour caractériser les fonctions de transfert spectrales des composants à filtre DWDM (*dense wavelength division multiplexing*, multiplexage par répartition en longueur d'onde à forte densité).

Les fonctions de transfert peuvent être utilisées pour produire des mesures d'affaiblissement (A), de perte dépendant de la polarisation (PDL, *polarisation dependent loss*), d'isolation, de longueur d'onde centrale et de largeur de bande (BW, *bandwidth*).

#### 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 60050-731: *Vocabulaire Electronique International – Chapitre 731: Télécommunications par fibres optiques*

CEI 61300-3-2: *Dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques – Méthodes fondamentales d'essais et de mesures – Partie 3-2: Examens et mesures – Dépendance à la polarisation de l'affaiblissement dans un dispositif pour fibres optiques monomodes*

CEI 61300-3-7: *Dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques – Méthodes fondamentales d'essais et de mesures – Partie 3-7: Examens et mesures – Affaiblissement et pertes par réflexion en fonction de la longueur d'onde*

CEI 61300-3-12: *Dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques – Méthodes fondamentales d'essais et de mesures – Partie 3-12: Examens et mesures – Sensibilité à la polarisation de l'affaiblissement d'un composant à fibres optiques monomodes: Méthode du calcul matriciel*

#### 3 Description générale

##### 3.1 Vue d'ensemble

Le présent document est un complément aux méthodes de mesure applicables, respectivement, à la dépendance à la longueur d'onde de l'affaiblissement et du facteur d'adaptation (CEI 61300-3-7), à la dépendance à la polarisation de l'affaiblissement (CEI 61300-3-2), et à la dépendance à la polarisation de l'affaiblissement, en utilisant des procédures d'essai de méthodes de matrice (CEI 61300-3-12). En général, ces dispositifs DWDM ont des largeurs de bande de canal inférieures à 1 nm, des pentes de réponse de filtre supérieures à 100 dB/nm, et une réjection hors-bande s'étendant sur des dizaines de nanomètres.

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

### **Part 3-29: Examinations and measurements – Measurement techniques for characterising the amplitude of the spectral transfer function of DWDM components**

#### **1 Scope**

This part of IEC 61300 identifies two basic measurement methods for characterising the spectral transfer functions of DWDM filter components.

The transfer functions can be used to produce measurements of attenuation (A), polarisation dependent loss (PDL), isolation, centre wavelength and bandwidth (BW).

#### **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 60050-731: *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 731: Optical fibre communication*

IEC 61300-3-2: *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 3-2: Examinations and measurements – Polarisation dependence of attenuation in a single mode fibre optic device*

IEC 61300-3-7: *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 3-7: Examinations and measurements – Wavelength dependence of attenuation and return loss*

IEC 61300-3-12: *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 3-12: Examinations and measurements – Polarisation dependence of attenuation of a single-mode fibre optic component: Matrix calculation method*

#### **3 General description**

##### **3.1 Overview**

This document is complementary to the wavelength dependence of attenuation and return loss (IEC 61300-3-7), polarisation dependence of attenuation (IEC 61300-3-2), and the polarisation dependence of attenuation using matrix methods (IEC 61300-3-12) test procedures. In general, these DWDM devices have channel bandwidths less than 1 nm, filter response slopes greater than 100 dB/nm, and out-of-band rejection extending over tens of nm.

Les méthodes décrites dans cette norme montreront comment obtenir la fonction de transfert d'un seul port d'entrée à un seul port de sortie (trajet de conduction unique). Pour un dispositif  $m \times n$ , il sera nécessaire de répéter cette procédure en utilisant toutes les combinaisons possibles des ports d'entrée et de sortie.

Ces deux méthodes sont destinées à être applicables à toute bande de longueur d'onde (C, L, S, O, etc.), même si des exemples peuvent être montrés dans la bande C à des fins d'illustration.

Les deux méthodes qui sont présentées dans cette norme diffèrent principalement dans la façon par laquelle la résolution en longueur d'onde est obtenue. La méthode A utilise une source laser ajustable et un détecteur à large bande, tandis que la méthode B utilise une source à large bande et un récepteur ajustable. La méthode A doit être considérée comme la méthode d'essai de référence pour les dispositifs DWDM.

La présente norme comprend des annexes illustrant les éléments suivants:

- Annexe A: Mesures du spectre de réflexion;
- Annexe B: Détermination du paramètre d'incrément en longueur d'onde;
- Annexe C: Détermination d'une valeur moyenne, en utilisant la fonction shorth;
- Annexe D: Précautions à prendre lors de l'application de la CEI 61300-3-7 à des dispositifs DWDM.

### 3.2 Termes et abréviations

De nombreux termes et abréviations de ce document sont décrits dans la CEI 60050-731. Certains des termes et des abréviations spécifiques à cette technique de mesure sont inclus ci-dessous.

|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ESA         | Emission spontanée amplifiée                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| BW          | Largeur de bande: largeur spectrale d'un signal ou d'un filtre. Dans le cas d'un signal laser semblable à une source laser ajustable, le terme largeur de raie est généralement préféré. Souvent définie par la largeur à une distance d'une puissance choisie à partir du niveau de puissance de crête du dispositif (par exemple 3 dB BW ou 1 dB BW). Doit être définie comme la distance entre les croisements les plus proches de chaque côté de la longueur d'onde centrale dans les cas où la forme spectrale a plus de 2 points de ce type. La distance entre les croisements situés les plus à l'extérieur peut être considérée comme la largeur spectrale totale. |
| $\delta$    | Incrément d'échantillonnage en longueur d'onde au cours des mesures                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| $\lambda_h$ | Canal central ou longueur d'onde de fonctionnement nominal pour un composant                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| OWR         | Gamme de longueurs d'ondes de fonctionnement ( <i>Operating wavelength range</i> ). La gamme spécifiée de longueurs d'ondes de $\lambda_{hmin}$ à $\lambda_{hmax}$ centrée autour de la longueur d'onde de fonctionnement nominal, dans laquelle un dispositif WDM fonctionne.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| SOP         | Etat de polarisation ( <i>State of polarisation</i> ). La distribution d'énergie lumineuse parmi les deux solutions linéairement indépendantes des équations d'ondes pour le champ électrique.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| SSE         | Emission de source spontanée ( <i>Source spontaneous emission</i> ): Emissions à large bande provenant d'une cavité laser qui n'ont pas de relation de phase avec le champ de la cavité. Ces émissions peuvent être considérées comme le bruit de ligne de base sur un analyseur de spectre optique.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| TLS         | Source laser ajustable ( <i>Tuneable laser source</i> )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

The methods described in this standard will show how to obtain the transfer function from a single input to a single output port (single conducting path). For an  $m \times n$  device, it will be required to repeat this procedure using all possible combinations of input and output ports.

The methods described in this standard are intended to be applicable to any wavelength band (C, L, S, O, etc.) although examples may be shown in the C-band for illustrative purposes.

The two methods contained in this standard differ mainly in the way in which the wavelength resolution is obtained. Method A uses a tuneable laser source and a broad band detector, while Method B uses a broad band source and a tuneable receiver. Method A shall be considered the reference test method for DWDM devices.

This standard also includes Annexes that illustrate the following:

- Annex A: Reflection spectrum measurements;
- Annex B: Determination of wavelength increment parameter;
- Annex C: Determination of a mean value using the shorth function;
- Annex D: Precautions in using IEC 61300-3-7 for DWDM devices.

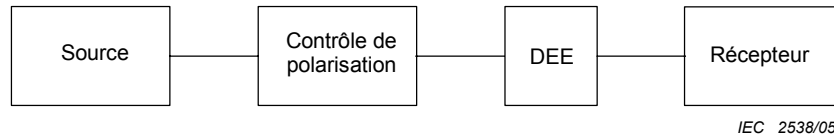
### 3.2 Terms and abbreviations

Many of the terms and abbreviations in this document are described in the generic standard IEC 60050-731. Some terms and abbreviations specific to this measurement technique are included below.

- ASE: Amplified spontaneous emission.
- BW: Bandwidth: The spectral width of a signal or filter. In the case of a laser signal such as a tuneable laser source, the term linewidth is commonly preferred. Often defined by the width at a set power distance from the peak power level of the device (i.e. 3 dB BW or 1 dB BW). Must be defined as the distance between the closest crossings on either side of the centre wavelength in the cases where the spectral shape has more than 2 such points. The distance between the outermost crossings can be considered the full spectral width.
- $\delta$ : Wavelength sampling increment during the measurement.
- $\lambda_h$ : Centre channel or nominal operating wavelength for a component
- OWR: Operating wavelength range. The specified range of wavelengths from  $\lambda_{hmin}$  to  $\lambda_{hmax}$  centred about the nominal operating wavelength, within which a WDM device operates.
- SOP: State of polarisation. The distribution of light energy among the two linearly independent solutions of the wave equations for the electric field.
- SSE: Source spontaneous emission: Broad band emissions from a laser cavity that bear no phase relation to the cavity field. These emissions can be seen as the baseline noise on an optical spectrum analyzer.
- TLS: Tuneable laser source.

## 4 Appareillage

Le montage de mesure de base pour la caractérisation des composants DWDM est présenté à la Figure 1 ci-dessous.



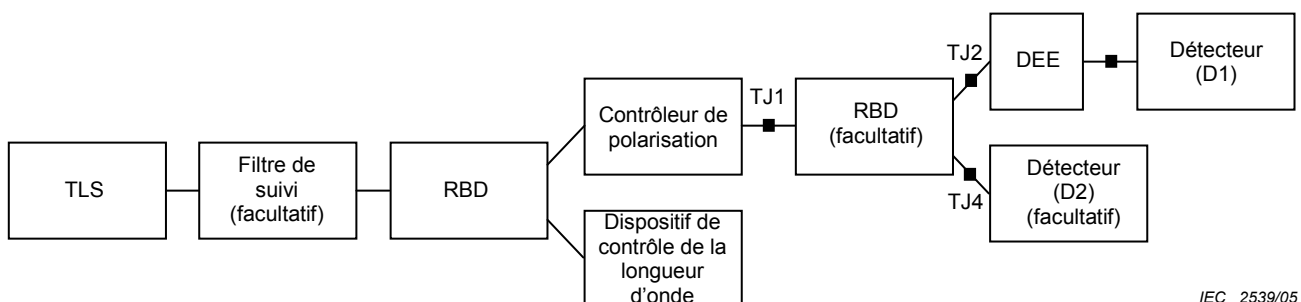
**Figure 1 – Appareillage de mesure de base**

Comme il a été mentionné dans la discussion générale, cette procédure contient deux méthodes distinctes qui diffèrent fondamentalement dans la façon par laquelle la résolution en longueur d'onde est obtenue. Il y a trois influences clés sur la résolution en longueur d'onde: la largeur de raie de la source ou la largeur de bande du récepteur ajustable, la largeur de bande analogique du système de détection, et le taux de variation en longueur d'onde.

Après détermination de la résolution en longueur d'onde de la mesure, il convient que l'incrément d'échantillonnage en longueur d'onde ( $\Delta\lambda$ ) soit inférieur à la moitié de la largeur de bande du système, afin de permettre une mesure précise de la valeur moyenne de l'affaiblissement.

La largeur de bande du système est déterminée par la convolution de la largeur de bande effective de la source avec le taux de variation en longueur d'onde sur la constante de temps du récepteur. Des contraintes pratiques peuvent entraîner des largeurs de bande plus petites ou plus grandes que recommandé. Deux précautions sont à prendre avec des largeurs de bande plus petites: premièrement, les effets de perturbation cohérents peuvent entraîner des erreurs de mesure supplémentaires, et, deuxièmement, le sous-échantillonnage du dispositif pourrait entraîner des déformations de la fonction de transfert reconstruite. Si des largeurs de bande plus grandes sont utilisées, la fonction de transfert reconstruite pourrait présenter une détérioration des structures les plus petites et déformer les pentes de réponse. Comme les pentes de réponse peuvent dépasser 100 nm/dB, de petites incertitudes de longueur d'onde peuvent entraîner des erreurs de réponse d'amplitude élevée. En général, il est nécessaire que la largeur de bande de résolution du système soit choisie en se basant sur les caractéristiques du dispositif et qu'elle soit indiquée dans les détails à spécifier.

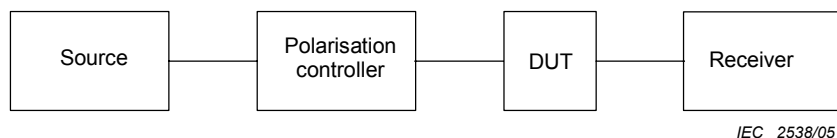
Une explication détaillée des divers composants de ce système et de leurs fonctions est donnée ci-dessous. Des appareillages destinés à la fois aux procédures concernant le laser ajustable et le récepteur ajustable sont représentés aux Figures 2 et 3.



**Figure 2 – Appareillage de mesure pour le système à laser ajustable**

## 4 Apparatus

The basic measurement set-up for the characterisation of DWDM components is shown in Figure 1 below.



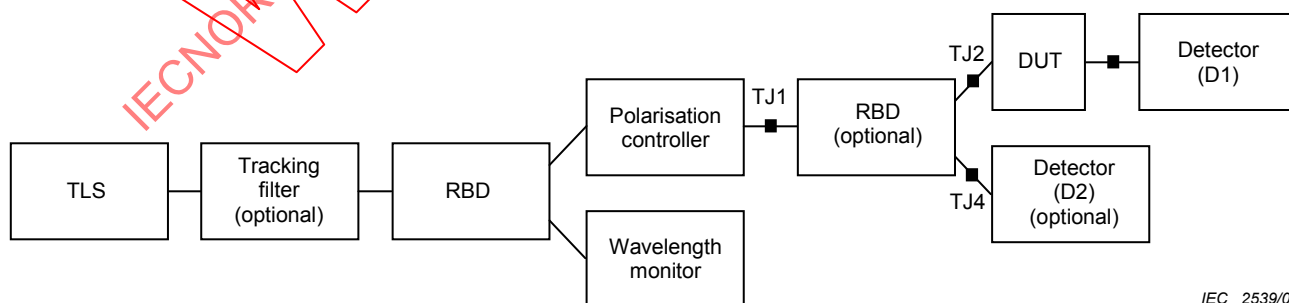
**Figure 1 – Basic measurement apparatus**

As mentioned in the general discussion, this procedure contains two distinct methods that differ fundamentally in the way in which the wavelength resolution is achieved. There are three key influences on the wavelength resolution: the linewidth of the source or bandwidth of the tuneable receiver, the analogue bandwidth of the detection system, and the rate of change of wavelength.

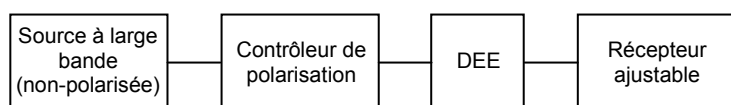
Having determined the wavelength resolution of the measurement, the wavelength sampling increment ( $\delta$ ) should be less than half the bandwidth of the system in order to accurately measure the average value of the attenuation.

The bandwidth of the system is determined by the convolution of the effective source bandwidth with the rate of change of wavelength over the time constant of the receiver. Practical constraints may result in smaller or larger bandwidths than recommended. Two cautions with smaller bandwidths: first, coherent interference effects can lead to additional measurement errors, and second, undersampling of the device could lead to misrepresentations of the reconstructed transfer function. If larger bandwidths are used, the reconstructed transfer function could smear out fine structures and distort response slopes. As the response slopes may exceed 100 nm/ dB, small uncertainties in wavelength may result in large amplitude response errors. In general, the resolution bandwidth of the system needs to be chosen based on the device characteristics and noted in the details to be specified.

A detailed explanation of the various components of this system and their functions is contained below. Apparatuses for both the Tuneable Laser and the Tuneable Receiver procedures are shown in Figures 2 and 3.



**Figure 2 – Measurement apparatus for tuneable laser system**



IEC 2540/05

**Figure 3 – Appareillage de mesure pour le système à récepteur ajustable**

## 4.1 Source

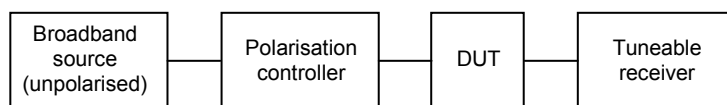
### 4.1.1 Laser ajustable, Méthode A

Cette méthode utilise une source laser ajustable polarisée (TLS) qui peut sélectionner une longueur d'onde de sortie spécifique et peut être réglée à travers une gamme spécifiée de longueurs d'ondes. La «source» pourrait également inclure un filtre de suivi, un dispositif de couplage de référence (RBD, *reference branching device*), et un dispositif de contrôle de la longueur d'onde, comme l'illustre la Figure 2. Ces suppléments sont facultatifs, dans la mesure où ils se rapportent aux exigences de mesure et aux spécifications de la source laser ajustable.

La stabilité de puissance à toutes les longueurs d'ondes de fonctionnement doit être supérieure à  $\pm 0,01$  dB sur la période de mesure. Cette stabilité peut être obtenue en utilisant le détecteur facultatif D2 de la Figure 2 comme détecteur de référence. Si D2 est synchronisé avec D1, les variations de puissance peuvent être annulées. À noter qu'il est recommandé que la réponse dynamique des deux wattmètres aient la même largeur de bande électrique. La puissance de sortie de la source laser ajustable doit être suffisante pour assurer à l'appareillage une gamme avec une dynamique d'un ordre d'amplitude plus ample que celle du dispositif (c'est-à-dire qu'il convient que l'appareillage de mesure puisse mesurer un creux de 50 dB, si le dispositif est un filtre coupe-bande à bande étroite de 40 dB).

La précision en longueur d'onde de la source laser ajustable doit être approximativement d'un ordre d'amplitude supérieur à la taille du pas pour chaque point dans la gamme de mesures. Cette précision peut être obtenue en ayant une réaction du dispositif de contrôle de la longueur d'onde sur la source laser ajustable. La gamme de réglage de la source laser ajustable doit couvrir l'ensemble de la région spectrale du dispositif DWDM et en outre la source ne doit comporter aucun saut de mode sur cette gamme de réglage.

Il convient que le taux de suppression des modes latéraux et les émissions spontanées de la source laser ajustable soient suffisants pour fournir un rapport signal à bruit d'un ordre d'amplitude plus élevé que celui exigé pour les mesures, ou l'utilisation d'un filtre de suivi doit être exigé pour les mesures du filtre coupe-bande à bande étroite. Les émissions de source spontanées peuvent être mesurées sur un analyseur de spectre optique en utilisant une largeur de bande de résolution 0,1 nm. Il convient que les points mesurés soient pris à mi-distance entre les canaux DWDM possibles (c'est-à-dire à 50 GHz à partir de la fréquence centrale pour un dispositif DWDM de 100 GHz). Par exemple, si le système a besoin de mesurer 50 dB d'affaiblissement, il convient que les émissions de source spontanées soient de -60 dBc.



IEC 2540/05

**Figure 3 – Measurement apparatus for tuneable receiver system**

#### **4.1 Source**

##### **4.1.1 Tuneable laser, Method A**

This method uses a polarised tuneable laser source (TLS) that can select a specific output wavelength and can be tuned across a specified wavelength range. The “source” could also include a tracking filter, reference branching device (RBD), and wavelength monitor as shown in Figure 2. These additions are optional as they relate to the measurement requirements and the TLS specifications.

The power stability at any of the operating wavelengths shall be better than  $\pm 0,01$  dB over the measuring period. This stability can be obtained using the optional detector D2 in Figure 2 as a reference detector. If D2 is synchronised with D1, then the variations in power can be cancelled. It should be noted that the dynamic response of the two power meters should have the same electrical bandwidth. The output power of the TLS shall be sufficient to provide the apparatus with an order of magnitude more dynamic range than the device exhibits (i.e. the measurement apparatus should be able to measure a 50 dB notch if the device is a 40 dB notch filter).

The wavelength accuracy of the TLS shall be approximately an order of magnitude better than the step size for each point in the measuring range. This accuracy may be obtained by having the wavelength monitor feedback to the TLS. The tuning range of the TLS shall cover the entire spectral region of the DWDM device and the source shall also be free of mode hopping over that tuning range.

The side mode suppression ratio and the SSE of the tuneable laser source should be sufficient to provide a signal to noise ratio one order of magnitude greater than is required for the measurement, or the use of a tracking filter shall be required for notch filter measurements. The SSE can be measured on an optical spectrum analyser using a 0,1 nm resolution bandwidth. The measured points should be taken at half the distance between possible DWDM channels (i.e. at 50 GHz from centre frequency for a 100 GHz DWDM device). As an example, if the system needs to measure 50 dB of attenuation, the SSE should be –60 dBc.

#### 4.1.1.1 Filtre de suivi

Le filtre de suivi est exigé si la gamme dynamique de la source laser ajustable et le détecteur ne permettent pas de mesurer une profondeur d'au moins 10 dB plus élevée que celle nécessaire, en raison de la forme du DEE et des émissions de source spontanées à large bande de la source laser ajustable. Le filtre doit suivre la source laser ajustable de façon à fournir la suppression maximale des émissions de source spontanées et la puissance transmise maximale lorsque la source laser ajustable est balayée dans la région de mesure. Il convient de noter que la forme spectrale du filtre affectera la largeur de raie effective du système.

#### 4.1.1.2 Dispositif de couplage de référence (RBD)

La configuration du dispositif de couplage de référence est de 1x2 ou 2x2. Si sa configuration est de 2x2, un port du dispositif de couplage de référence doit être raccordé pour avoir une rétro réflexion  $< -50$  dB. Le rapport de division du dispositif de couplage de référence doit avoir une longueur d'onde stable. Il doit aussi ne pas dépendre de la polarisation. La sensibilité à la polarisation de l'affaiblissement de transmission doit être inférieure à un dixième de la dépendance à la longueur d'onde de l'affaiblissement à mesurer. La dispersion en mode polarisation du dispositif de couplage de référence doit être inférieure à la moitié du temps de cohérence de la source, de sorte à ne pas dépolariser le signal d'entrée. Le rapport de division doit être suffisant pour fournir la gamme dynamique pour la mesure de la fonction de transfert et la puissance nécessaire pour que l'appareil de mesure de longueur d'onde fonctionne correctement.

#### 4.1.1.3 Dispositif de contrôle de la longueur d'onde

Dans cette procédure d'essai, la précision en longueur d'onde de la source doit être extrêmement élevée et contrôlée de près. Si la précision de réglage de la source laser ajustable n'est pas suffisante pour effectuer des mesures, le dispositif de contrôle de la longueur d'onde doit être exigé. Pour cette méthode de mesure, il est nécessaire de mesurer la crête spectrale de tout signal d'entrée dans la largeur de bande du dispositif à une précision approximativement d'un ordre d'amplitude plus élevé que la taille du pas. Ainsi, les dispositifs de contrôle de la longueur d'onde acceptables incluent un appareil de mesure de longueur d'onde optique ou une cellule d'absorption de gaz (telle qu'une cellule d'acétylène). Si une cellule d'absorption de gaz est utilisée, la précision en longueur d'onde de la source laser ajustable doit être suffisante pour résoudre les lignes d'absorption.

En ce qui concerne la répétabilité en longueur d'onde de la source laser ajustable + dispositif de contrôle, il convient de comprendre que si l'appareillage en essai a des ondulations de 0,1 dB avec une période de 30 pm, une variation aléatoire en longueur d'onde de 3 pm du balayage de référence au balayage du dispositif peut alors entraîner jusqu'à 0,03 dB d'erreur d'affaiblissement.

#### 4.1.2 Source à large bande (BBS, *Broad band source*), Méthode B

Cette méthode utilise une source de lumière à large bande non polarisée telle qu'une DEL ou une source d'émissions spontanées amplifiées (ESA). Le spectre de source doit fournir une puissance optique suffisante sur toute la gamme de longueurs d'ondes du DEE. Ce facteur est particulièrement important dans la mesure de filtres coupe-bande à bande étroite, où la résolution dynamique du système doit être élevée (généralement  $> 50$  dB) pour les mesures précises.

La puissance optique de la source de lumière doit soit être stable pendant la durée de l'essai, soit être normalisée selon la longueur d'onde au moyen d'un trajet de référence (constitué éventuellement d'un dispositif de couplage de référence et d'un récepteur ajustable synchronisé).

#### 4.1.1.1 Tracking filter

The tracking filter is required if the dynamic range of the TLS and the detector does not allow for measuring a depth of at least 10 dB greater than required due to the shape of the DUT and the broadband SSE of the TLS. The filter must track the TLS so as to provide the maximum SSE suppression and the maximum transmitted power as the TLS is scanned across the measurement region. It should be noted that the spectral shape of the filter will affect the effective linewidth of the system.

#### 4.1.1.2 Reference branching device (RBD)

The configuration of the RBD is 1x2 or 2x2. If its configuration is 2x2, one port of the RBD shall be terminated to have a back reflection  $\leq -50$  dB. The splitting ratio of the RBD shall be stable with wavelength. It shall also be insensitive to polarisation. The polarisation sensitivity of transmission attenuation shall be less than one tenth of the wavelength dependency of attenuation to be measured. The polarisation mode dispersion of the RBD shall be less than one half of the coherence time of the source so as not to depolarise the input signal. The split ratio shall be sufficient to provide the dynamic range for the measurement of the transfer function and the power necessary for the wavelength meter to operate correctly.

#### 4.1.1.3 Wavelength monitor

In this test procedure, the wavelength accuracy of the source needs to be extremely accurate and closely monitored. If the tuning accuracy of the TLS is not sufficient for the measurement, the wavelength monitor shall be required. For this measurement method it is necessary to measure the spectral peak of any input signal within the device bandwidth to an accuracy approximately one order of magnitude greater than the step size. Therefore, acceptable wavelength monitors include an optical wavelength meter or a gas absorption cell (such as an acetylene cell). If a gas absorption cell is used, the wavelength accuracy of the TLS must be sufficient to resolve the absorption lines.

Regarding the wavelength repeatability of the TLS + monitor, it should be understood that if the test apparatus has 0,1 dB of ripple with a 30 pm period, then a random 3 pm wavelength variation from reference scan to device scan can result in as much as 0,03 dB of attenuation error.

#### 4.1.2 Broad band source (BBS), Method B

This method uses an unpolarised broadband light source such as an LED or an amplified spontaneous emission (ASE) source. The source spectrum must provide sufficient optical power over the full wavelength range of the DUT. This factor is especially important in the measurement of notch filters where the dynamic resolution of the system needs to be high (typically  $>50$  dB) for accurate measurements.

The optical power of the light source must either be stable over the duration of the test or normalized in a wavelength-specific fashion by means of a reference path (possibly consisting of a RBD and a synchronised tuneable receiver).

Il convient que le degré de polarisation (DOP, *degree of polarization*) de la source soit inférieur à 10 % afin d'éviter la polarisation de ces mesures qui nécessitent une lumière non polarisée. Il convient de veiller à assurer que la largeur étroite du filtre ajustable n'augmente pas le degré de polarisation effectif au-delà de cette limite.

Dans certains cas, le filtre ajustable utilisé pour cette méthode pourrait être placé après la source à large bande, créant une source laser ajustable non polarisée. Dans cet exemple, il convient que les caractéristiques du filtre soient telles qu'elles sont décrites dans le paragraphe consacré au récepteur ajustable (4.4.2).

## 4.2 Contrôleur de polarisation

Le contrôleur de polarisation est utilisé afin de contrôler l'état d'entrée de la polarisation (SOP, *state of polarization*). En cas de mesures dépendant de la polarisation, le contrôleur sera utilisé afin de générer quatre états de polarisation reconnus pour les essais. Les états doivent être distincts et bien reconnus afin d'obtenir des mesures précises des pertes dépendant de la polarisation. Le facteur d'adaptation sur l'entrée vers le contrôleur doit être  $>50$  dB, afin de ne renvoyer aucune lumière polarisée vers la cavité de la source laser ajustable pour la Méthode A. Ceci peut également être obtenu en utilisant un isolateur afin de protéger la source laser ajustable.

Pour la méthode (B) de la source à large bande, le contrôleur est facultatif si les mesures dépendant de la polarisation ne sont pas exigées. S'il est utilisé dans ce montage, il doit fournir un rapport d'extinction d'au moins 20 dB.

## 4.3 Dispositif en essai (DEE)

Le dispositif en essai doit être un composant DWDM. Dans le cadre du présent document, les ports en essai doivent être à un seul trajet d'«entrée-sortie». La méthode décrite ici peut être extrapolée afin d'obtenir un système de mesure unique capable de manipuler même un dispositif DWDM  $m \times n$ . Il est noté que ces mesures dépendent fortement des réflexions et que des précautions doivent être prises afin d'assurer que les cavités de réflexion ne soient pas introduites dans le montage d'essai.

Dans de nombreux cas, les caractéristiques des composants DWDM dépendent de la température. Cette procédure de mesure suppose que tous les dispositifs de ce type sont maintenus à température constante pendant toute la procédure. La précision absolue de la mesure peut être limitée par la précision d'un dispositif de chauffage ou de refroidissement utilisé afin de maintenir une température constante. Par exemple, si un dispositif est connu pour avoir une dépendance à la température de  $0,01$  nm/°C, et si la température au cours de la procédure est maintenue à une température réglée à  $\pm 1$  °C, il est établi que tous les résultats spectraux obtenus ont une incertitude de  $0,02$  nm due à la température.

### 4.3.1 Optiques d'entrée du dispositif

Utiliser un système de lentille optique ou une fibre amorce pour exciter le dispositif d'essai. Si un système de lentille est utilisé, coupler la puissance dans le dispositif d'essai, de sorte qu'elle ne dépende pas de la position de la face terminale d'entrée. À cet effet, on peut utiliser un faisceau d'injection qui sature spatialement et angulairement le port en essai. Dans le cas de dispositifs à fibres amorces, utiliser un dispositif qui extrait les modes de gaine. Le revêtement de fibre réalise généralement cette fonction.

Si des connecteurs à fibres ou des couplages en butée de fibres sont utilisés, utiliser des connecteurs à contact physique ou un fluide d'adaptation d'indice afin d'éviter les effets de perturbation.

The degree of polarization (DOP) of the source should be less than 10 % to avoid biasing those measurements that require unpolarised light. Care should be taken to ensure that the narrow width of the tuneable filter does not increase the effective DOP beyond this limit.

In some instances, the tuneable filter used for this method could be placed after the BBS creating an unpolarised TLS. In this instance, the filter characteristics should be as described in the tuneable receiver section (4.4.2).

## 4.2 Polarisation controller

The polarisation controller is used to control the input state of polarisation (SOP). In the event of a polarisation dependent measurement, the controller will be used to generate four known polarisation states for testing purposes. The states must be distinct and well known in order to achieve accurate PDL measurements. The return loss on the input to the controller shall be >50 dB, so as not to return any polarised light back to the TLS cavity for Method A. This may also be achieved using an isolator to protect the TLS.

For the BBS method (B), the controller is optional if polarisation dependent measurements are not required. If it is used in this set-up, it must provide an extinction ratio of at least 20 dB.

## 4.3 Device under test (DUT)

The device under test shall be a DWDM component. For the purposes of this document, the test ports shall be a single "input-output" path. The method described herein can be extrapolated upon to obtain a single measurement system capable of handling even an  $m \times n$  DWDM device. It is noted that these measurements are very sensitive to reflections, and that precautions must be taken to ensure that reflection cavities are not introduced in the test set-up.

In many cases, the characteristics of DWDM components are temperature dependent. This measurement procedure assumes that any such device is held at a constant temperature throughout the procedure. The absolute accuracy of the measurement may be limited by the accuracy of any heating or cooling device used to maintain a constant temperature. For example, if a device is known to have a temperature dependence of  $0,01 \text{ nm}/^{\circ}\text{C}$ , and the temperature during the procedure is held to a set temperature  $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ; then any spectral results obtained are known to have an uncertainty of  $0,02 \text{ nm}$  due to temperature.

### 4.3.1 Device input optics

Use an optical lens system or fibre pigtail to excite the test device. If a lens system is used, couple the power into the test device so it is insensitive to the position of the input end face. This can be done with a launch beam that spatially and angularly overfills the test port. In the case of fibre pigtailed devices, use a device that extracts cladding modes. The fibre coating will typically perform this function.

If fibre connectors or fibre butt coupling are employed, use physical contact connectors or index matching fluid to avoid interference effects.

### 4.3.2 Optiques de sortie du dispositif

Utiliser un système de lentille optique ou une fibre amorce pour coupler la lumière du dispositif d'essai au récepteur. Si des connecteurs à fibres ou des couplages en butée de fibres sont utilisés, utiliser des connecteurs à contact physique ou un fluide d'adaptation d'indice afin d'éviter les effets de perturbation.

## 4.4 Système de réception

### 4.4.1 Détecteurs à large bande (D1,D2), Méthode A

Les détecteurs utilisés pour cette méthode comprennent un détecteur optique à large bande, les éléments électroniques associés et un moyen de connexion à une fibre optique. La connexion optique peut être un réceptacle pour connecteur optique, une fibre amorce ou un adaptateur de fibre nue. Il convient que la rétro-réflexion provenant des détecteurs D1 et D2 soit minimisée en prenant toutes les précautions mises à disposition. Les options préférentielles consisteraient à utiliser soit un connecteur APC, soit un connecteur PC conjointement à un isolateur optique. Il convient de noter que l'utilisation d'un connecteur APC contribuera approximativement à 0,03 dB de pertes dépendant de la polarisation pour les mesures.

Il convient que la gamme dynamique et la sensibilité des détecteurs soient suffisantes pour mesurer le plancher de bruit exigé par le système d'essai et le DEE. En général, il est nécessaire d'avoir une gamme dynamique d'approximativement 10 dB de plus que l'isolation mesurable du dispositif, avec une sensibilité d'au moins 5 dB en dessous de l'affaiblissement d'un filtre coupe-bande attendu au niveau de puissance du système d'essai. Par exemple, si l'isolation maximale du dispositif est de 40 dB, la perte maximale du dispositif est de 5 dB, et la puissance optique du système d'essai est de -5 dBm, les détecteurs auront alors besoin d'avoir une sensibilité d'au moins -55 dBm, et une gamme dynamique d'au moins 50 dB (c'est-à-dire qu'il ne convient pas qu'ils saturent à -5 dBm).

Il convient que les détecteurs aient une résolution de 0,001 dB et une linéarité supérieure à 0,02 dB sur la gamme de longueurs d'ondes de la bande passante. Il convient que la stabilité des détecteurs de puissance dépasse également 0,01 dB dans la bande passante au cours de la période de mesure. Pour les mesures dépendant de la polarisation, il convient que la dépendance à la polarisation du détecteur soit <0,01 dB.

Si, pendant la séquence des mesures, un détecteur doit être déconnecté puis reconnecté, l'efficacité du couplage doit être maintenue pour les deux mesures. L'utilisation d'un détecteur à grande surface pour capturer toute la lumière émanant de la fibre est recommandée, mais il convient de veiller à ce que la stabilité des paramètres du détecteur ne soit pas affectée par les variations d'uniformité de détection dans la zone active du détecteur. Il est également recommandé que la face du détecteur soit placée à un angle autre qu'orthogonal par rapport à la source de lumière entrant, afin de réduire les rétro-réflexions tout en s'assurant que les effets de polarisation sont minimisés.

La largeur de bande électrique est un autre paramètre important pour les détecteurs. Comme il est souhaité d'effectuer cette mesure aussi rapidement que possible, le temps de réponse des détecteurs devient un facteur de limitation dans la proportion de temps passé à chaque étape (ou dans la précision de lecture pour un système de balayage).

### 4.4.2 Récepteur ajustable, Méthode B

Cette méthode mesure la sortie optique du DEE avec un récepteur ajustable à bande étroite, tel qu'un analyseur de spectre optique. L'analyseur peut être un monochromateur ou un filtre passe-bande ajustable suivi d'un détecteur à photodiode. La longueur d'onde absolue de l'analyseur de spectre optique, du monochromateur, ou du filtre ajustable, doit être étalonnée précisément avant d'effectuer les mesures.

### 4.3.2 Device output optics

Use an optical lens system or fibre pigtail to couple light from the test device to the receiver. If fibre connectors or fibre butt coupling are employed, use physical contact connectors or index matching fluid to avoid interference effects.

## 4.4 Receiver system

### 4.4.1 Broad band detectors (D1,D2), Method A

The detectors used for this method consist of a broad band optical detector, the associated electronics, and a means of connecting to an optical fibre. The optical connection may be a receptacle for an optical connector, a fibre pigtail, or a bare fibre adapter. The back reflection from detectors D1 and D2 should be minimised with any precautions available. The preferred options would be to use either an APC connector, or a PC connector in conjunction with an optical isolator. It should be noted that the use of an APC connector will contribute approximately 0,03 dB of PDL to the measurement.

The dynamic range and sensitivity of the detectors should be sufficient to measure the noise floor required by the test system and the DUT. In general, it is required to have a dynamic range approximately 10 dB wider than the measurable isolation of the device, with a sensitivity at least 5 dB below the expected stop band attenuation at the test system power level. For instance if the maximum device isolation is 40 dB, the maximum device loss is 5 dB, and the test system optical power is -5 dBm, then the detectors would need to have a sensitivity of at least -55 dBm, and a dynamic range of at least 50 dB (i.e. should not saturate at -5 dBm).

The detectors should have a resolution of 0,001 dB and linearity better than 0,02 dB over the pass band wavelength range. The stability of the power detectors should exceed 0,01 dB over the measurement period in the pass band as well. For polarisation dependent measurements, the polarisation dependence of the detector should be <0,01 dB.

Where during the sequence of measurements a detector shall be disconnected and reconnected the coupling efficiency for the two measurements shall be maintained. Use of a large area detector to capture all of the light emanating from the fibre is recommended, but care should be taken to ensure that the stability of the detector parameters are not affected by variations in detection uniformity over the active area of the detector. It is also recommended that the face of the detector be placed at an angle other than orthogonal to the incoming light source to reduce back reflections while ensuring that polarisation effects are minimised.

Another important parameter for the detectors is the electrical bandwidth. As it is desired to make this measurement as quickly as possible, the response time of the detectors becomes a limiting factor in the amount of time spent on each step (or in the accuracy of the reading for a swept system).

### 4.4.2 Tuneable receiver, Method B

This method measures the optical output of the DUT with a narrow-band tuneable receiver such as an optical spectrum analyser. The analyser can be a monochromator or a tuneable bandpass filter followed by a photodiode detector. The absolute wavelength of the optical spectral analyser, monochromator, or tuneable filter shall be calibrated precisely before taking measurements.

Comme il a été indiqué en 4.1.2, il est également possible d'utiliser un filtre passe-bande ajustable immédiatement après la source à large bande (plutôt qu'avant le détecteur) pour ce système, en tenant compte des restrictions concernant la largeur de raie effective de la source.

Le récepteur doit avoir les mêmes exigences de stabilité, de gamme dynamique, de sensibilité, de résolution et de linéarité que celles décrites en 4.4.1 pour la méthode à laser ajustable. Cette méthode présente une différence, à savoir que la densité de puissance de la source à large bande sur la largeur de bande optique du récepteur tend à avoir des puissances plus faibles qu'un système à laser équivalent, et il est ainsi nécessaire que la sensibilité soit largement supérieure pour effectuer la même mesure.

#### 4.5 Liaisons temporaires (TJ, *Temporary joints*)

Les liaisons temporaires sont spécifiées pour connecter tous les composants du système, y compris l'échantillon d'essai. Les liaisons temporaires peuvent être, par exemple, un connecteur, une lame, un plateau à vide ou un micromanipulateur. L'affaiblissement de la liaison temporaire doit être stable et il convient qu'elle ait un facteur d'adaptation au moins 10 dB supérieur au facteur d'adaptation maximal à mesurer. Dans le cas où les connecteurs sont utilisés, il est préférable d'utiliser ceux qui sont angulaires.

### 5 Procédure

Les paragraphes suivants résumeront la procédure de mesure par laquelle les données peuvent être rassemblées et analysées sur un dispositif DWDM. Dans la mesure où ces dispositifs tendent à dépendre de la polarisation, toutes les mesures doivent être effectuées en utilisant soit la «méthode de tous les états» de la CEI 61300-3-2, soit la «méthode de la matrice de Mueller», comme décrit dans la CEI 61300-3-12. Ces méthodes seront reprises dans le présent document. En raison du nombre de points de données normalement nécessaires pour caractériser ces dispositifs, il est plus pratique d'utiliser la méthode de la matrice de Mueller pour cette procédure. Cependant, dans l'éventualité d'une controverse, la méthode de tous les états (avec une couverture suffisante) doit être la référence. Cette procédure s'applique aux deux systèmes de mesure, les différences étant mises en évidence dans le texte.

Si les informations sur la polarisation ne sont pas nécessaires pour la mesure (éventuellement pour un essai de contrôle à l'entrée), il est acceptable d'utiliser la Méthode B sans le contrôleur de polarisation. Dans ce cas, la fonction ou référence de transfert non polarisée mesurée est équivalente à la fonction ou référence de transfert «moyenne» mentionnée dans le texte.

Dans un intérêt d'exhaustivité, il est important de noter que des composants à fibres tels que le réseau de Bragg sur fibre (FBG, *fibre Bragg grating*) sont utilisés dans les dispositifs DWDM. La différence principale de ces dispositifs est qu'ils peuvent fonctionner comme un seul port, par opposition aux dispositifs à ports multiples décrits dans la norme. Pour montrer comment cette technique de mesure peut s'étendre pour s'appliquer aux composants à port unique, il est conseillé au lecteur de se reporter à l'Annexe A du présent document.

#### 5.1 Préparation des éprouvettes

Tous les éléments optiques d'entrée et de sortie doivent être nettoyés et contrôlés conformément aux pratiques normalisées dans le secteur industriel ou aux recommandations du fabricant du dispositif.

As was stated in 4.1.2, it is also conceivable to use a tuneable bandpass filter immediately after the broad band source (rather than in front of the detector) for this system with the caveats for effective source linewidth understood.

The receiver shall have the same stability, dynamic range, sensitivity, resolution, and linearity requirements as described in 4.4.1 for the tuneable laser method. One difference for this method is that the power density of the BBS over the optical bandwidth of the receiver tends to have much lower powers than an equivalent laser based system, so the sensitivity needs to be much better to make the same measurement.

#### **4.5 Temporary joints (TJ)**

Temporary joints are specified to connect all system components including the test sample. Examples of temporary joints are a connector, splice, vacuum chuck, or micromanipulator. The loss of the TJ shall be stable and should have a return loss at least 10 dB greater than the maximum return loss to be measured. In the event that connectors are used, it is preferred to use angled ones.

### **5 Procedure**

The following sections will outline the measurement procedure whereby data can be collected and analysed on a DWDM device. Since these devices tend to be sensitive to polarisation, all of the measurements shall be made using either the “all states method” of IEC 61300-3-2 or the “Mueller matrix method” as described in IEC 61300-3-12. These methods will be reiterated in this document. Due to the number of data points typically required to characterise these devices, it is more practical to use the Mueller matrix method for this procedure. However, in the event of a controversy, the all states method (with sufficient coverage) shall be the reference. This procedure applies to both measurement systems as differences are highlighted in the text.

If polarisation information is not required for the measurement (possibly for an incoming inspection test) it is acceptable to use Method B without the polarisation controller. In this case the measured unpolarised transfer function or reference is equivalent to the “average” transfer function or reference mentioned in the text.

In the interest of completeness, it is important to note that there are fibre components such as the fibre Bragg grating (FBG) that are used in DWDM devices. The main difference of these devices is that they can operate as a single port as opposed to the multi-port devices described in the standard. To show how this measurement technique can be expanded upon to handle single port components, the reader is advised to see Annex A of this document.

#### **5.1 Preparation of specimens**

All the input and output optics shall be cleaned and inspected in accordance with standard industry practices or the recommendation of the device manufacturer.

## 5.2 Initialisation du système

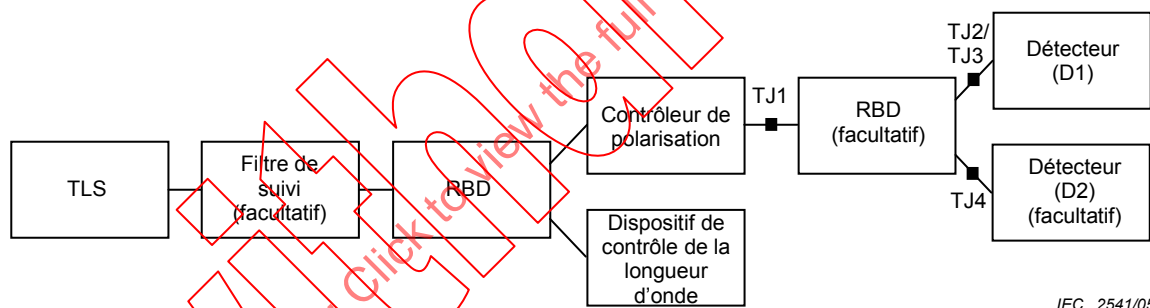
Le système d'essai sera monté de sorte qu'il balaie la région de longueurs d'ondes étudiée ( $\lambda_{\min} - \lambda_{\max}$ ) ou l'échelle en incréments de  $\delta$ , comme déterminé par les spécifications de la mesure. Pour des besoins de référence, l'Annexe B montre la façon dont la taille du pas appropriée peut être déterminée, en utilisant la précision en longueur d'onde désirée, la pente de la courbe de réponse au croisement de la longueur d'onde centrale, et l'erreur de puissance maximale possible dans la mesure de la bande passante.

## 5.3 Mesure de référence du système

Dans la détermination de la fonction de transfert, il sera nécessaire de référencer les effets du système d'essai lui-même. En cas d'essai d'un dispositif à ports multiples, il ne sera pas nécessaire de répéter l'étape de référence avant chaque mesure.

### 5.3.1 Mesure des spectres de référence pour la méthode A

Pour cette étape, le DEE est retiré de la Figure 2 et la sortie du contrôleur de polarisation est connectée directement au détecteur D1 représenté à la Figure 4. La source laser ajustable doit ensuite être balayée sur l'échelle de longueur d'onde, prenant les mesures des longueurs d'onde à partir du dispositif de contrôle de la longueur d'onde, les mesures de transmission à partir de D1, et les mesures du dispositif de contrôle de la source à partir de D2. Il convient de noter que le document suppose que toutes les puissances sont mesurées sur une échelle linéaire. La manière dont les états de polarisation sont contrôlés au cours du balayage variera, en fonction de la méthode utilisée.



IEC 2541/05

Figure 4 – Référence du système pour la mesure de transmission

Dans les cas où la méthode de tous les états est utilisée, pour chaque étape dans le balayage en longueur d'onde, la polarisation doit varier sur tous les états. Pour chaque longueur d'onde, il sera nécessaire de mesurer les valeurs maximale, minimale et moyenne de la puissance transmise ainsi que la valeur moyenne de la puissance mesurée. Cela entraînera des matrices pour  $t_{\max}(\lambda)$ ,  $t_{\min}(\lambda)$ ,  $t_{\text{moy}}(\lambda)$ , et  $m_{\text{moy}}(\lambda)$ . On prendra soin de passer un temps suffisant sur chaque polarisation pour obtenir une lecture de puissance précise.

Dans les cas où la méthode de la matrice de Mueller est utilisée, il est plus pratique de réaliser un balayage à chacun des quatre états de polarisation connus. Il est courant d'utiliser: A) polarisation horizontale linéaire, B) polarisation verticale linéaire, C) polarisation diagonale linéaire, et D) polarisation circulaire droite. Cela entraînera des matrices pour  $t_A(\lambda)$ ,  $t_B(\lambda)$ ,  $t_C(\lambda)$ ,  $t_D(\lambda)$ ,  $m_A(\lambda)$ ,  $m_B(\lambda)$ ,  $m_C(\lambda)$ , et  $m_D(\lambda)$ . Cela peut également être réalisé au cours d'un seul balayage, en variant le SOP à chaque incrément de longueur d'onde, mais cela est moins efficace en termes de temps de réalisation de la mesure.

## 5.2 System initialisation

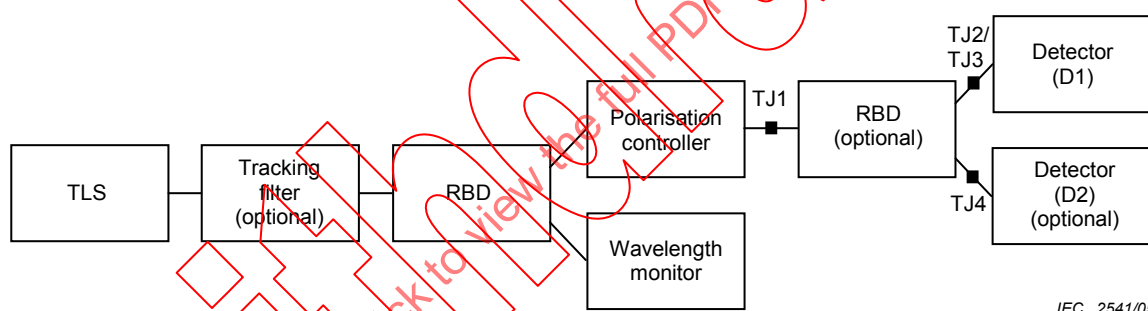
The test system will be set-up to sweep across the wavelength region of interest ( $\lambda_{\min} - \lambda_{\max}$ ) or span in increments of  $\delta$ , as determined by the specifications of the measurement. For reference purposes, Annex B shows how an appropriate step size can be determined using the desired wavelength accuracy, the slope of the response curve at the crossing for the centre wavelength, and the maximum possible power error in the pass band measurement.

## 5.3 System reference measurement

In the determination of the transfer function, it will be necessary to reference out the effects of the test system itself. In the event of testing a multi-port device, it will not be necessary to repeat the reference step before each measurement.

### 5.3.1 Measurement of the reference spectra for method A

For this step, the DUT is removed from Figure 2 and the output of the polarisation controller is connected directly to the detector D1 as shown in Figure 4. The TLS shall then be scanned across the wavelength span taking wavelength measurements from the wavelength monitor, transmission measurements from D1, and source monitor measurements from D2. It should be noted that the document assumes all powers are measured on a linear scale. The manner in which the polarisation states are controlled during the sweep will vary based on the method used.



IEC 2541/05

**Figure 4 – System reference for transmission measurement**

In the event that the all states method is used, for each step in the wavelength sweep the polarisation shall be varied over all states. For each wavelength it will be necessary to capture the maximum, minimum, and average values of the transmission power as well as the average value of the monitor power. This will result in matrixes for  $t_{\max}(\lambda)$ ,  $t_{\min}(\lambda)$ ,  $t_{\text{ave}}(\lambda)$ , and  $m_{\text{ave}}(\lambda)$ . Care should be taken to ensure that enough time is spent at each polarisation to get an accurate power reading.

In the event that the Mueller matrix method is used, it is more practical to complete a sweep at each of the four known SOPs. It is typical to use: A) linear horizontal, B) linear vertical, C) linear diagonal, and D) right-hand circular. This will result in matrixes for  $t_A(\lambda)$ ,  $t_B(\lambda)$ ,  $t_C(\lambda)$ ,  $t_D(\lambda)$ ,  $m_A(\lambda)$ ,  $m_B(\lambda)$ ,  $m_C(\lambda)$ , and  $m_D(\lambda)$ . This can also be accomplished in a single sweep by varying the SOP at each wavelength increment, but it is less efficient in terms of time to complete the measurement.

### 5.3.2 Mesure des spectres de référence pour la méthode B

Comme dans le cas indiqué ci-dessus, le DEE est retiré du montage d'essai (Figure 3). La sortie du contrôleur de polarisation est ici connectée au récepteur ajustable et le récepteur est balayé à travers toute la gamme de longueurs d'ondes de mesure. Les lectures du récepteur doivent alimenter les matrices équivalentes comme en 5.3.1. Si la mesure est effectuée en utilisant une lumière non polarisée, seul l'ensemble  $t_{\text{moy}}(\lambda)$  est obtenu.

### 5.4 Mesure des spectres du dispositif

Avec le dispositif réinséré dans le montage d'essai, la procédure de mesure résumée en 5.3.1 (ou 5.3.2) doit être répétée. De cette manière, les divers spectres de transmission et de contrôle de la source [ $T(\lambda)$  et  $M(\lambda)$ ] peuvent être mesurés et stockés.

## 6 Caractérisation du dispositif en essai

Une fois que les données de mesure ont été rassemblées, les caractéristiques d'amplitude des dispositifs peuvent être décrites en détail.

### 6.1 Détermination des fonctions de transfert

Après avoir réalisé les procédures de mesure résumées à l'Article 5, les fonctions de transfert, minimales, maximales et moyennes peuvent être déterminées à partir des données collectées.

#### 6.1.1 Prise en compte des variations de source

Si le port de contrôle de la source n'est pas utilisé dans le montage, ce paragraphe peut être omis. S'il est utilisé, il convient que les divers spectres de transmission soient recalculés pour la méthode de la matrice de Mueller de la façon suivante:

$$T'(\lambda) = T(\lambda)/M(\lambda) \text{ ou } t'(\lambda) = t(\lambda)/m(\lambda)$$

Pour la méthode de tous les états, il n'est nécessaire de refaire ce calcul que pour les ensembles de puissance moyens, puisqu'il n'y a pas de moyen pour corrélérer les états de polarisation maximal et minimal entre les trajets de référence et de contrôle sans stocker les résultats à partir de chaque état individuel.

Il convient de noter que, dans la suite du document,  $T'$  peut être substitué à  $T$  ou  $t'$  à  $t$  dans les équations. Le facteur premier est exclu dans un souci de commodité.

#### 6.1.2 Calculs pour la méthode de la matrice de Mueller

Si la méthode de la matrice de Mueller est utilisée, il est à présent nécessaire de traduire les mesures à partir des états connus dans leurs valeurs maximale, minimale et moyenne approximatives. Cela est réalisé en établissant la matrice de Mueller:

$$m_{11}(\lambda) = \left| \frac{1}{2} * [ T_A(\lambda)/t_A(\lambda) + T_B(\lambda)/t_B(\lambda) ] \right|$$

$$m_{12}(\lambda) = \left| \frac{1}{2} * [ T_A(\lambda)/t_A(\lambda) - T_B(\lambda)/t_B(\lambda) ] \right|$$

$$m_{13}(\lambda) = \left| T_C(\lambda)/t_C(\lambda) - m_{11} \right|$$

$$m_{14}(\lambda) = \left| T_D(\lambda)/t_D(\lambda) - m_{11} \right|$$

### 5.3.2 Measurement of reference spectra for method B

As in the above case, the DUT is removed from the test set-up (Figure 3). Here the output of the polarisation controller is connected to the tuneable receiver and the receiver is swept across the entire measurement wavelength range. The readings from the receiver shall supply the equivalent matrixes as in 5.3.1. If the measurement is done using unpolarised light, only the  $t_{\text{ave}}(\lambda)$  array is obtained.

### 5.4 Measurement of device spectra

With the device re-inserted in the test set-up, the measurement procedure outlined in 5.3.1 (or 5.3.2) shall be repeated. In this manner the various transmission and source monitor spectra [ $T(\lambda)$  and  $M(\lambda)$ ] can be captured and stored.

## 6 Characterisation of the device under test

Once the measurement data has been collected, the amplitude characteristics of the devices can be fully documented.

### 6.1 Determination of transfer functions

After the measurement procedures outlined in Section 5 are completed, the respective minimum, maximum, and average transfer functions can be determined from the gathered data.

#### 6.1.1 Accounting for the source variations

If the source monitor port is not used in the set-up, this section may be skipped. If it is used, the various transmission spectra should be recalculated for the Mueller matrix method as:

$$T'(\lambda) = T(\lambda)/M(\lambda) \text{ or } t'(\lambda) = t(\lambda)/m(\lambda)$$

For the All States method, this recalculation need only be done for the average power array since there is no way to correlate the maximum and minimum polarisation states between the reference and the monitor paths without storing the results from each individual state.

It should be noted that for the remainder of the document  $T'$  may be substituted for  $T$  or  $t'$  for  $t$  in the equations. The prime factor is left off for convenience.

#### 6.1.2 Calculations for the Mueller matrix method

If the Mueller matrix method is used, it is now necessary to translate the measurements from the known states into their approximate maximum, minimum, and average values. That is done by establishing the Mueller matrix:

$$m_{11}(\lambda) = \quad | \quad \frac{1}{2} * [ T_A(\lambda)/t_A(\lambda) + T_B(\lambda)/t_B(\lambda) ] \quad |$$

$$m_{12}(\lambda) = \quad | \quad \frac{1}{2} * [ T_A(\lambda)/t_A(\lambda) - T_B(\lambda)/t_B(\lambda) ] \quad |$$

$$m_{13}(\lambda) = \quad | \quad T_C(\lambda)/t_C(\lambda) - m_{11} \quad |$$

$$m_{14}(\lambda) = \quad | \quad T_D(\lambda)/t_D(\lambda) - m_{11} \quad |$$

où les mesures avec l'indice de A ont été réalisées avec une polarisation horizontale linéaire, B avec une polarisation verticale linéaire, C avec une polarisation diagonale linéaire, et D avec une polarisation circulaire droite dans les cas typiques.

Les transmissions maximale, minimale et moyenne peuvent alors être données de la façon suivante:

$$T_{\max}(\lambda) = m_{11}(\lambda) + [m_{12}(\lambda)^2 + m_{13}(\lambda)^2 + m_{14}(\lambda)^2]^{1/2}$$

$$T_{\min}(\lambda) = m_{11}(\lambda) - [m_{12}(\lambda)^2 + m_{13}(\lambda)^2 + m_{14}(\lambda)^2]^{1/2}$$

$$T_{\text{ave}}(\lambda) = [T_{\max}(\lambda) + T_{\min}(\lambda)]/2$$

## 6.2 Calcul de l'affaiblissement (A)

Il y a généralement trois types d'affaiblissement ou de perte d'insertion (IL, *insertion loss*) répertoriés pour les composants DWDM. Le premier est l'affaiblissement du canal nominal du dispositif  $[A(\lambda_h)]$ . Le deuxième est l'affaiblissement des canaux adjacents les plus proches ou des canaux isolés  $[A(\lambda_i) \text{ \& } A(\lambda_g)]$ . L'affaiblissement final est celui des autres canaux isolés  $[A(\lambda_x)]$ , où  $x \neq h, i$ , ou  $g$ , appelé affaiblissement du canal non adjacent.

Dans chacun de ces cas, il convient que l'affaiblissement soit spécifié comme un seuil par  $\lambda = \lambda_h \pm \text{OWR}/2$ , où  $\lambda_h$  est la longueur d'onde nominale à laquelle le dispositif est destiné et OWR est la gamme de longueurs d'ondes de fonctionnement entière spécifiée pour le dispositif ou le canal respectif.

Pour la méthode tous états (ou cas non polarisé), l'affaiblissement est calculé de la façon suivante:

$$A(\lambda) = 10 \log [t_{\text{moy}}(\lambda)/T_{\text{moy}}(\lambda)] \text{ (dB)}$$

où les puissances sont mesurées en Watts.

Si la méthode de la matrice de Mueller est utilisée, l'affaiblissement est simplement:

$$A(\lambda) = -10 \log [T_{\text{moy}}(\lambda)] \text{ (dB)}$$

Dans ce cas, le balayage de référence a déjà été pris en compte dans les équations de matrice.

Comme mentionné ci-dessus, il convient que l'affaiblissement du canal adjacent le plus proche et du canal non adjacent soit pris sur la gamme des longueurs d'ondes de fonctionnement du dispositif, conduisant à plusieurs interprétations distinctes (min, max, moyenne).

## 6.3 Mesures des spectres de transmission $[T(\lambda)]$

Comme noté précédemment, les composants DWDM sont des filtres optiques, et il y a donc un certain nombre de caractéristiques importantes qui sont dérivées des fonctions de transfert du dispositif. Ce paragraphe doit se concentrer sur la description des filtres passe-bande et des filtres coupe-bande à bande étroite. Une fonction de transfert typique pour un filtre passe-bande est représentée à la Figure 5.a, tandis que la Figure 5.b représente un graphique pour un filtre coupe-bande à bande étroite.

where measurements with subscript of A were done with linear horizontal, B with linear vertical, C with linear diagonal, and D with right-hand circular polarisation in the typical case.

Maximum, minimum, and average transmissions can then be given as:

$$T_{\max}(\lambda) = m_{11}(\lambda) + [m_{12}(\lambda)^2 + m_{13}(\lambda)^2 + m_{14}(\lambda)^2]^{1/2}$$

$$T_{\min}(\lambda) = m_{11}(\lambda) - [m_{12}(\lambda)^2 + m_{13}(\lambda)^2 + m_{14}(\lambda)^2]^{1/2}$$

$$T_{\text{ave}}(\lambda) = [T_{\max}(\lambda) + T_{\min}(\lambda)]/2$$

## 6.2 Calculation of attenuation (A)

There are generally three types of attenuation or insertion loss (IL) documented for DWDM components. The first is the attenuation of the nominal channel of the device  $[A(\lambda_h)]$ . The second is the attenuation of the nearest neighbours or isolated channels  $[A(\lambda_i) \text{ \& } A(\lambda_g)]$ . The final attenuation is that of the other isolated channels  $[A(\lambda_x)]$ , where  $x \neq h, i, \text{ or } g$  termed the non-adjacent channel attenuation.

In any of these cases, the attenuation should be specified as a threshold throughout  $\lambda = \lambda_h \pm \text{OWR}/2$  where  $\lambda_h$  is the nominal wavelength for which the device is intended and OWR is the entire operating wavelength range specified for the device or respective channel.

For the All States method (or unpolarised case), attenuation is calculated as:

$$A(\lambda) = 10 \log [t_{\text{ave}}(\lambda)/T_{\text{ave}}(\lambda)] \text{ (dB)}$$

where powers are measured in watts.

If the Mueller matrix method is used, the attenuation is simply:

$$A(\lambda) = -10 \log [T_{\text{ave}}(\lambda)] \text{ (dB)}$$

In this case the reference sweep has already been accounted for in the matrix equations.

As mentioned above the channel, nearest neighbour, and non-adjacent channel attenuation should be taken over the OWR of the device, leading to several different interpretations (min, max, mean) for each.

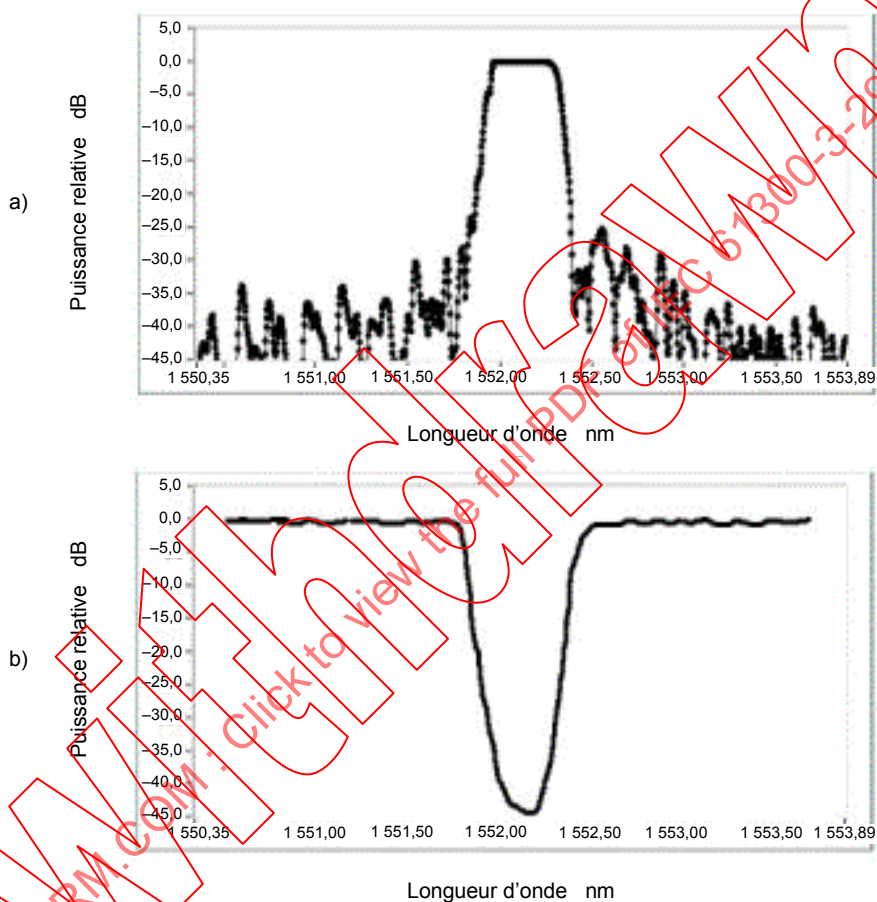
## 6.3 Transmission $[T(\lambda)]$ spectra measurements

As noted earlier DWDM components are optical filters, thus there are a number of important characteristics that are derived from the transfer functions of the device. This section shall focus on the description of both band pass and notch filters. A typical transfer function for a band pass filter is shown in Figure 5a, while a graph for a notch filter is shown in Figure 5b.

Comme l'illustre la Figure 5, les fonctions de transfert sont généralement tracées sur une échelle logarithmique, et il est ainsi utile de convertir les ensembles de mesures de Watts en décibels:

$$T_{xxx}(\lambda) = 10 \log [ T_{xxx}(\lambda) ] \text{ (dB)}$$

où 'xxx' implique que l'équation est valable pour les ensembles moyen, minimal, et maximal.



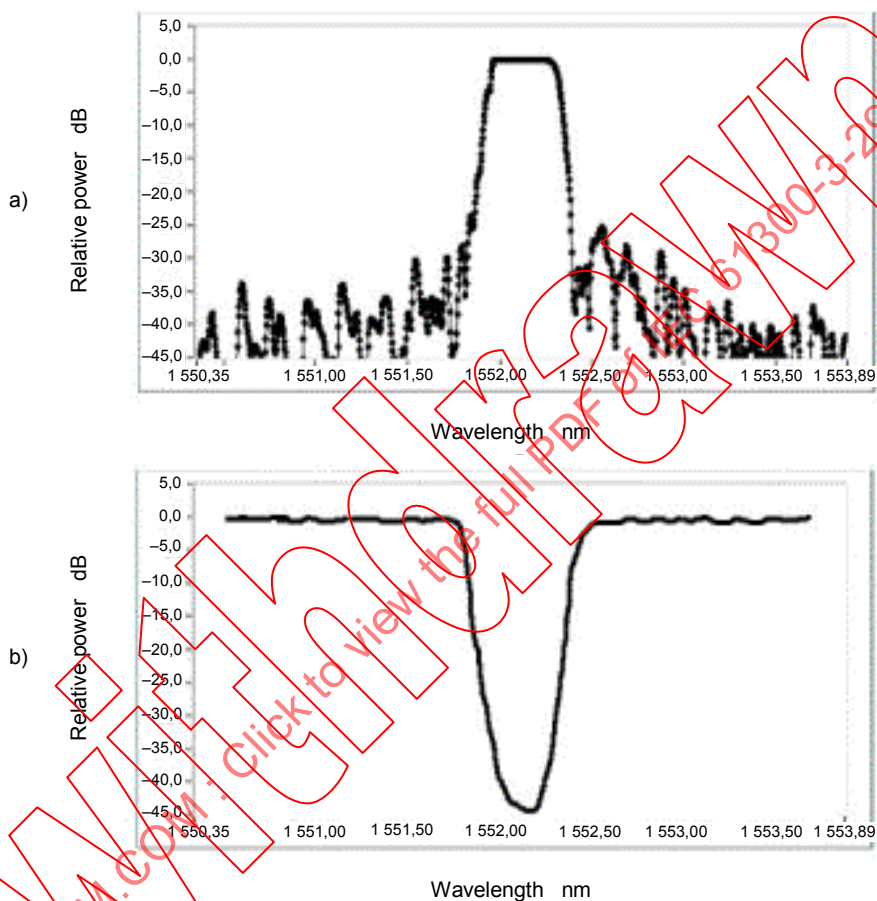
IEC 2542/05

**Figure 5 – Fonctions de transfert normalisées pour un filtre passe-bande (a) et un filtre coupe-bande à bande étroite (b)**

As shown in Figure 5, the transfer functions are usually plotted on a logarithmic scale so it is useful to convert the measurement arrays from Watts to decibels:

$$T_{xxx}(\lambda) = 10 \log [T_{xxx}(\lambda)] \text{ (dB)}$$

where the 'xxx' implies the equation is valid for the ave, min, and max arrays.



IEC 2542/05

**Figure 5 – Normalised transfer functions for a band pass filter (a) and a notch filter (b)**

### 6.3.1 Calcul de la puissance de crête

Presque toutes les techniques spectrales décrites dans ce paragraphe doivent être en relation soit avec la puissance de crête de la bande passante pour les filtres passe-bande, soit avec la puissance de crête des canaux transversaux pour les filtres coupe-bande à bande étroite. Dans l'un ou l'autre cas, la fonction de transfert mesurée ne sera pas plane dans ces régions, et il est donc nécessaire de comprendre la façon dont la crête est déterminée.

Il y a plusieurs tactiques communes pour choisir la puissance de crête. Quelques-unes d'entre elles sont répertoriées ci-dessous:

$$T_{\max} = \max \{T(\lambda)\}$$

$$T_{\max} = \text{moyenne} \{T(\lambda_h - \text{OWR}/2), T(\lambda_h + \text{OWR}/2)\}$$

$$T_{\max} = \text{shorth} \{T(\lambda_h -), T(\lambda_h +)\}$$

Tandis que les deux premières méthodes impliquent de prendre en considération soit la lecture maximale, soit la lecture moyenne à travers une gamme de longueurs d'ondes, la troisième est moins évidente et est expliquée à l'Annexe C.

Le présent document n'est pas destiné à choisir une méthode, mais on doit comprendre les différences subtiles et les spécifier dans la mesure.

### 6.3.2 Normalisation de la fonction de transfert

Les fonctions de transfert sont généralement représentées sur une échelle normalisée, logarithmique (voir Figure 5), et la transmission de crête déterminée en 6.3.1 est donc de 0 dB. Les fonctions tracées peuvent être obtenues de la façon suivante:

$$T_N(\lambda) = [T(\lambda) - T_{\max}] \text{ (dB)}$$

La plupart des mesures détaillées dans les paragraphes suivants sont basées sur la fonction de transfert normalisée.

### 6.3.3 Largeur de bande et largeur spectrale totale

Les mesures de la largeur de bande (BW) de la bande passante sont effectuées par rapport à la crête de la réponse spectrale de la fonction de transfert normalisée. Un exemple de spectres de transmission pour un réseau de Bragg sur fibre (FBG) est représenté à la Figure 6, la largeur de bande de –1 dB étant mise en évidence. Cela présente une opportunité pour montrer la différence entre la largeur de bande et les mesures de largeur spectrale totale, étant donné que le réseau de Bragg sur fibre a plus de deux points de croisement de –1 dB. En calculant la largeur de bande, il est nécessaire d'utiliser les points de croisement les plus proches de chaque côté de la longueur d'onde centrale. Par opposition, la largeur spectrale totale utiliserait les points de croisement les plus éloignés de chaque côté de la longueur d'onde centrale.

### 6.3.1 Peak power calculation

Nearly all of the spectral techniques described in this section shall be relational to either the peak power of the pass band for band pass filters, or the peak power of the through channels for notch filters. In either case, the measured transfer function will not be flat across those regions, so it is necessary to understand how the peak is determined.

There are several common tactics for selecting the peak power. A few of them are listed below:

$$T_{\max} = \max \{T(\lambda)\}$$

$$T_{\max} = \text{mean} \{T(\lambda_h - \text{OWR}/2), T(\lambda_h + \text{OWR}/2)\}$$

$$T_{\max} = \text{shorth} \{T(\lambda_{h-}), T(\lambda_{h+})\}$$

While the first two methods involve taking either the maximum or mean reading across a wavelength range, the third is less obvious and is explained in Annex C.

It is not meant for this document to select a method, but the subtle differences must be understood and noted in the measurement.

### 6.3.2 Normalisation of the transfer function

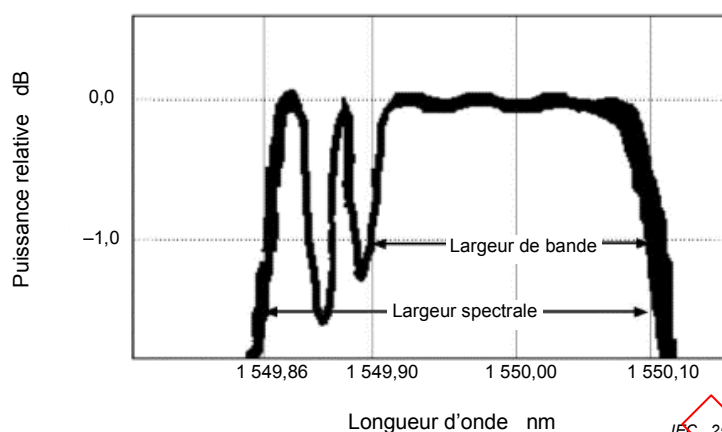
The transfer functions are usually represented on a normalised, logarithmic scale (as seen in Figure 5) so the peak transmission as determined in 6.3.1 is at 0 dB. The plotted functions can be obtained as:

$$T_N(\lambda) = [T(\lambda) - T_{\max}] \text{ (dB)}$$

Most of the measurements detailed in the following sections are based on the normalised transfer function.

### 6.3.3 Bandwidth and full spectral width

Measurements of the pass band bandwidth (BW) are done relative to the peak of the spectral response of the normalised transfer function. An example of a transmission spectra for a FBG is shown in Figure 6 with the –1 dB BW highlighted. This presents an opportunity to show the difference between the BW and the full spectral width measurements, since the FBG has more than two –1 dB crossing points. In calculating the BW, it is necessary to use the closest crossing points on either side of the centre wavelength. In contrast, the full spectral width would use the furthest crossing points on either side of the centre wavelength.



**Figure 6 – Largeur de bande et largeur spectrale totale pour un réseau de Bragg sur fibre**

Dans l'un ou l'autre cas, il n'est pas probable que les points de croisement réels considérés ( $T_x$ ) seront l'un des points dans la mesure. Pour déterminer les croisements dans un tel cas, il est normal d'utiliser une interpolation linéaire des deux points les plus proches du croisement. Ainsi, si le point juste au-dessus du croisement est représenté comme ( $T_{x+}$ ,  $\lambda_{x+}$ ) et le point juste en dessous du croisement comme ( $T_{x-}$ ,  $\lambda_{x-}$ ), la longueur d'onde de croisement  $\lambda_x$  est déterminée de la façon suivante:

$$\lambda_x = \left( \frac{\lambda_{x+} - \lambda_{x-}}{T_{x+} - T_{x-}} \right) * (T_x - T_{x-}) + \lambda_{x-}$$

Il est également acceptable d'utiliser les points juste au-dessus ou en dessous du croisement choisi pour les calculs de la largeur de bande.

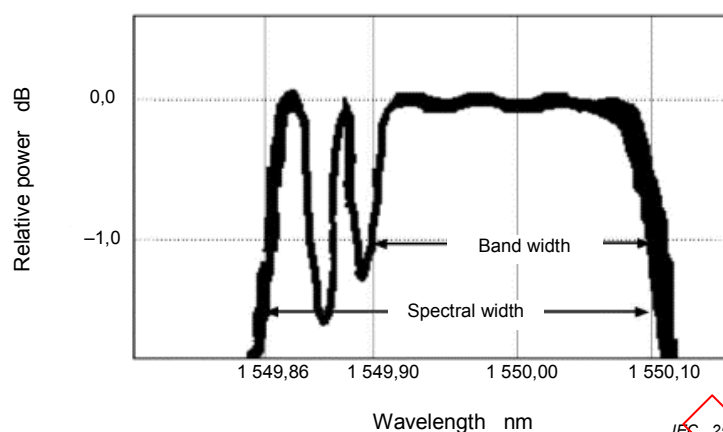
Il convient que les mesures de la largeur de bande incluent également une gamme spectrale sur laquelle il convient que la mesure soit limitée. Cela est particulièrement nécessaire pour les dispositifs qui présentent une structure à répétition ou qui ont des modes d'ordre plus élevé.

Pour un filtre coupe-bande à bande étroite (Figure 5b), la longueur d'onde centrale est localisée au minimum de la courbe de réponse spectrale, et le filtre coupe-bande est défini par la largeur de bande à un point par rapport aux bruits de phase supérieurs du filtre (c'est-à-dire BW(-40)).

#### 6.3.4 Longueur d'onde centrale

Les mesures en longueur d'onde centrale dans le cadre du présent document doivent être basées sur la mesure X-dB de la largeur de bande. Le centre doit être défini comme la médiane des deux points de croisement. Par exemple, un dispositif pourrait avoir un centre à -1 dB de 1 550,00 nm, si ses croisements de -1 dB sont à 1 549,90 nm et 1 550,10 nm, et une largeur de bande de 0,20 nm.

Il convient que le lecteur note que le centre de la largeur de bande peut différer de la longueur d'onde de fonctionnement nominal du DEE, puisqu'en pratique, le centre nominal peut également comporter d'autres facteurs tels que les effets d'isolation, de dispersion, et/ou de polarisation.



**Figure 6 – BW and full spectral width for a fibre Bragg grating**

In either case, it is unlikely that the actual crossing points of interest ( $T_x$ ) will be one of the points in the measurement set. To determine the crossings in such a case, it is common to use a linear interpolation of the two points closest to the crossing. Thus if the point just above the crossing is represented as ( $T_{x+}$ ,  $\lambda_{x+}$ ) and the point just below the crossing as ( $T_{x-}$ ,  $\lambda_{x-}$ ), the crossing wavelength  $\lambda_x$  is determined as:

$$\lambda_x = \left( \frac{\lambda_{x+} - \lambda_{x-}}{T_{x+} - T_{x-}} \right) * (T_x - T_{x-}) + \lambda_{x-}$$

It is also acceptable to use the points just above or below the desired crossing for the respective BW calculations.

BW measurements should also include a spectral range over which the measurement should be limited. This is especially necessary for devices that exhibit a repeating structure or that have higher order modes.

For a notch filter (Figure 5b) the centre wavelength is located at the minimum of the spectral response curve, and the stop band is defined by the BW at a point relative to the top skirts of the filter (i.e. BW(–40)).

#### 6.3.4 Centre wavelength

The centre wavelength measurements for the purposes of this document shall be based upon the X-dB BW measurement. The centre shall be defined as the median of the two crossing points. For example, a device could have a –1 dB centre of 1550,00 nm if its –1 dB crossings are at 1549,90 nm and 1550,10 nm, and a bandwidth of 0,20 nm.

The reader should note that the BW centre may differ from the nominal operating wavelength of the DUT as in practice the nominal centre may also incorporate other factors such as isolation, dispersion, and/or polarisation effects.

### 6.3.5 Isolation

L'isolation est une mesure de la puissance à partir des canaux hors de la bande nominale se répandant à travers un filtre passe-bande par rapport à la puissance du signal. Cela est habituellement défini pour le canal adjacent le plus proche et les configurations non adjacentes. La Figure 7 illustre ces concepts.

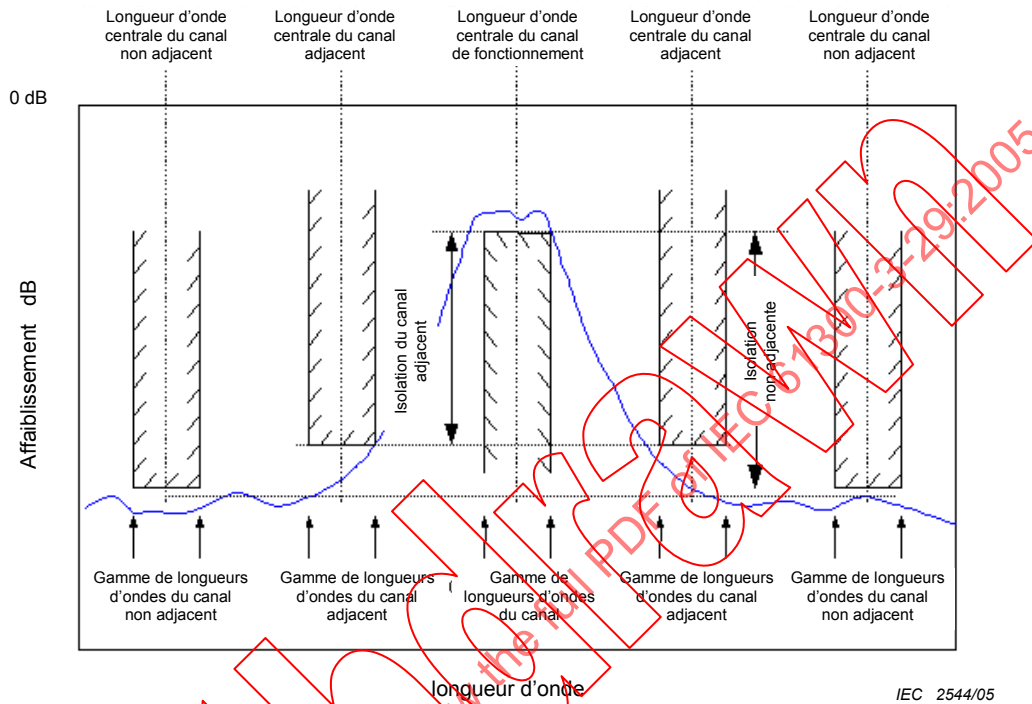


Figure 7 – Isolation du canal

Certains calculs d'échantillons sont inclus pour l'isolation entre canaux et pour l'isolation cumulée. Ceux-ci sont inclus uniquement à titre d'exemple.

#### 6.3.5.1 Isolation entre canaux

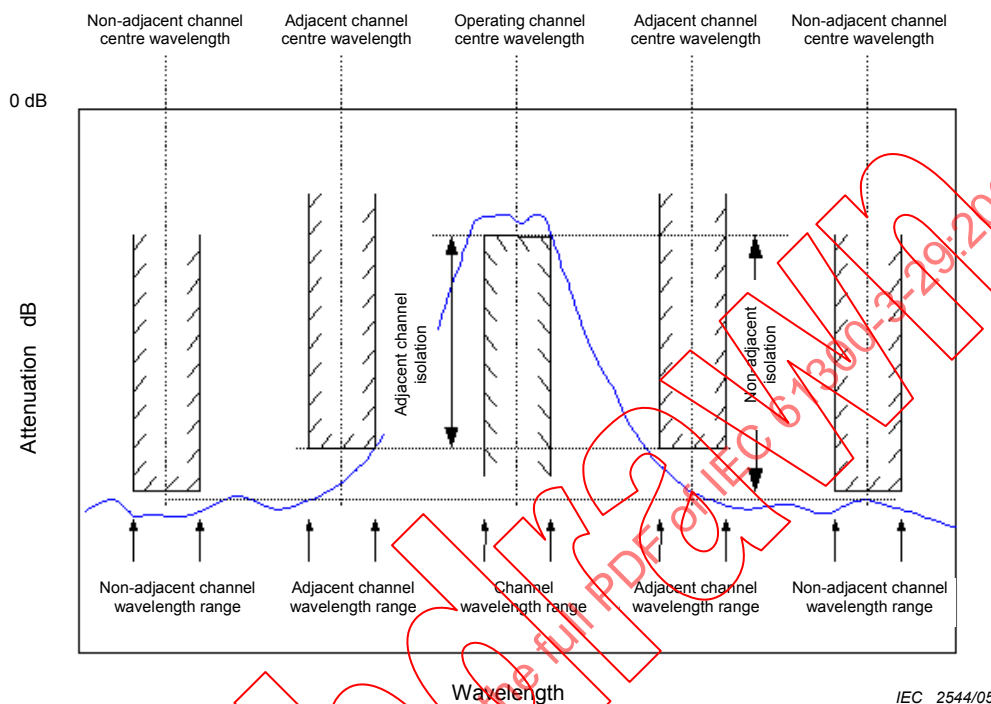
L'isolation entre canaux à une longueur d'onde particulière ( $I(\lambda)$ ) est définie comme l'amplitude de la fonction de transfert à cette longueur d'onde par rapport à l'amplitude de la bande passante. Comme dans la mesure de l'affaiblissement (4.2), il y aura un intérêt à effectuer cette mesure à travers la gamme de longueurs d'ondes de fonctionnement du dispositif. Il est suggéré que  $I(\lambda)$  soit définie de la façon suivante:

$$I(\lambda) = [ \min \{ T_N(\lambda_h - \text{OWR}/2), T_N(\lambda_h + \text{OWR}/2) \} - \max \{ T_N(\lambda - \text{OWR}/2), T_N(\lambda + \text{OWR}/2) \} ]$$

où toutes les puissances sont exprimées en dB.

### 6.3.5 Isolation

Isolation is a measure of the power from channels outside the nominal band leaking through a band pass filter relative to the signal power. It is usually defined for the nearest neighbour and the non-adjacent cases. Figure 7 illustrates these concepts.



IEC 2544/05

**Figure 7 – Channel isolation**

Some sample calculations are included for interchannel and cumulative isolation. These are included for example purposes only.

#### 6.3.5.1 Interchannel isolation

The interchannel isolation at a particular wavelength ( $I(\lambda)$ ) is defined as the magnitude of the transfer function at that wavelength relative to the magnitude of the pass band. As in the attenuation measurement (4.2), there will be an interest to make this measurement across the device OWR. It is suggested that  $I(\lambda)$  be defined as follows:

$$I(\lambda) = [ \min \{ T_N(\lambda_h - \text{OWR}/2), T_N(\lambda_h + \text{OWR}/2) \} - \max \{ T_N(\lambda - \text{OWR}/2), T_N(\lambda + \text{OWR}/2) \} ]$$

where all powers are in dB.

### 6.3.5.2 Isolation entre canaux cumulée

L'isolation cumulée ( $I_{\Sigma}$ ) pour un dispositif peut être définie comme la somme de la puissance non désirée pour chaque canal dans le système par rapport à la puissance désirée du canal.

$$I_{\Sigma} = 10 \log \left( \frac{\min\{T(\lambda_h - OWR/2), T(\lambda_h + OWR/2)\}}{\sum_{i=1, \neq h}^N \max\{T(\lambda_i - OWR/2), T(\lambda_i + OWR/2)\}} \right)$$

où  $N$  est le nombre total de canaux de fonctionnement,  $\lambda_h$  est le canal nominal considéré,  $\lambda_i$  est tout canal isolé donné,  $OWR$  (gamme de longueurs d'ondes de fonctionnement) est la région de longueurs d'ondes dans laquelle un canal donné peut se situer et toutes les valeurs  $T$  sont exprimées en unités linéaires. L'isolation totale est exprimée en décibels.

Il est à noter qu'il est plus simple d'utiliser les fonctions de transfert non normalisées pour ces calculs.

### 6.4 Pertes dépendant de la polarisation (PDL( $\lambda$ ))

Les pertes dépendant de la polarisation peuvent être calculées soit pour la méthode de tous les états, soit pour la méthode de la matrice de Mueller, de la façon suivante:

$$PDL(\lambda) = T_{\max}(\lambda) - T_{\min}(\lambda) \text{ [dB]}$$

où les fonctions de transfert maximale et minimale sont exprimées en décibels. Pour obtenir un spectre des pertes dépendant de la polarisation, cette mesure peut être répétée pour chaque point dans le balayage en longueur d'onde du processus.

Les principales zones d'intérêt pour les pertes dépendant de la polarisation sont dans les gammes de longueurs d'ondes de fonctionnement des canaux nominaux et isolés. En termes clairs, les pertes dépendant de la polarisation du dispositif auront un impact à la fois sur les paramètres d'affaiblissement et d'isolation, si l'application finale du dispositif est dans un système à laser. Cependant, les pertes dépendant de la polarisation affecteront également la largeur de bande et la longueur d'onde centrale. La Figure 8 est un exemple présentant la fonction de transfert d'une bande passante DWDM en utilisant divers états de polarisation.

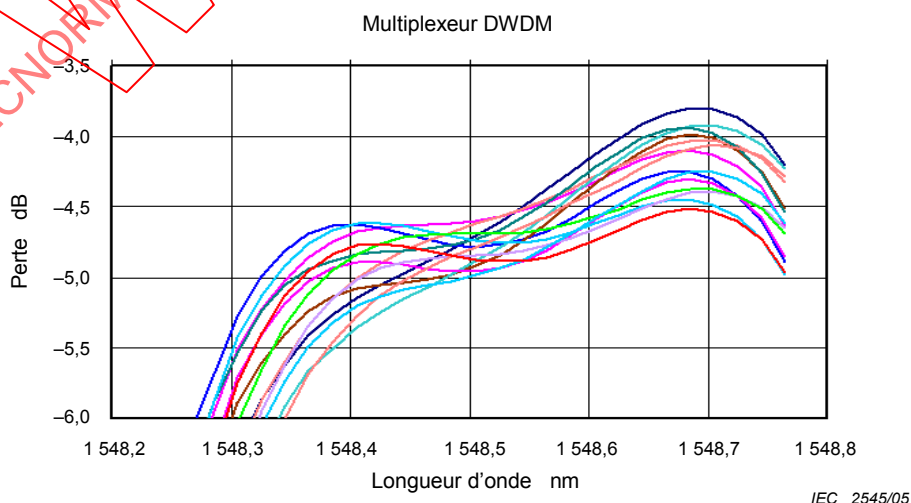


Figure 8 – Dépendance à la polarisation de la fonction de transfert

### 6.3.5.2 Cumulative interchannel isolation

The cumulative isolation ( $I_\Sigma$ ) for a device can be defined as the sum of the power for every undesired channel in the system relative to the power of the desired channel.

$$I_\Sigma = 10 \log \left( \frac{\min\{T(\lambda_h - OWR/2), T(\lambda_h + OWR/2)\}}{\sum_{i=1, \neq h}^N \max\{T(\lambda_i - OWR/2), T(\lambda_i + OWR/2)\}} \right)$$

where  $N$  is the total number of operating channels,  $\lambda_h$  is the nominal channel of interest,  $\lambda_i$  is any given isolated channel, OWR is the region of wavelengths in which a given channel may reside, and all  $T$  values are in linear units. The total isolation is expressed in decibels.

Note that it is easier to use the un-normalised transfer functions for these calculations.

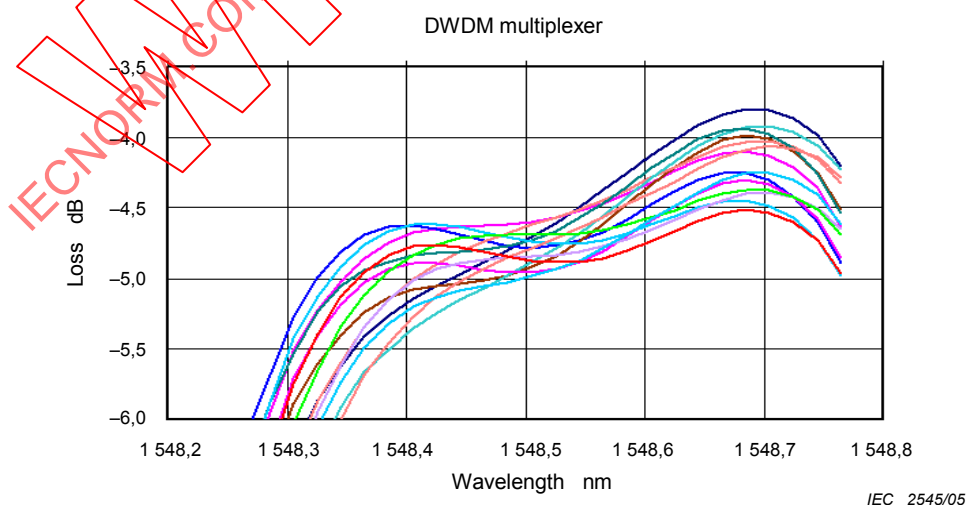
## 6.4 Polarisation dependent losses (PDL( $\lambda$ ))

The PDL can be calculated for either the all states or the Mueller matrix method as:

$$PDL(\lambda) = T_{\max}(\lambda) - T_{\min}(\lambda) \text{ [ dB ]}$$

where the max and min transfer functions are in decibels. To obtain a spectrum of PDL, this measurement can be repeated for each point in the wavelength sweep of the process.

The main areas of interest for the PDL are in the OWR's of the nominal and the isolated channels. Clearly the PDL of the device will impact both the attenuation and the isolation parameters if the end application of the device is in a laser based system. However, the PDL will also affect the bandwidth and centre wavelength. Figure 8 is an example showing the transfer function of a DWDM passband using varying states of polarisation.



**Figure 8 – Polarisation dependence of the transfer function**

## **7 Détails à spécifier**

### **7.1 Sous-système de réglage**

- Gamme de balayage en longueur d'onde
- Précision en longueur d'onde
- Taille du pas
- Durée de balayage
- Largeur de raie effective de la source (largeur de raie du laser ou largeur de bande du filtre)

### **7.2 Détecteur de puissance**

- Répétabilité
- Précision et linéarité
- Référence de la puissance de crête (maximale, moyenne, ou shorth)

### **7.3 DEE**

- Type de technologie
- Nombre de canaux de fonctionnement et espacement des canaux
- Valeurs des longueurs d'ondes de fonctionnement et d'isolation
- Valeur de la gamme de longueurs d'ondes de fonctionnement utilisée dans les équations
- Température de fonctionnement au cours de l'essai

## **7 Details to be specified**

### **7.1 Tuning sub-system**

- Wavelength scanning range
- Wavelength accuracy
- Step size
- Scan time
- Effective source linewidth (laser linewidth or filter band width)

### **7.2 Power detector**

- Repeatability
- Accuracy and linearity
- Peak power reference (max, mean, or shorth)

### **7.3 DUT**

- Type of technology
- Number of operating channels and channel spacing
- Values of the operating and isolation wavelengths
- Value of the operating wavelength range used in the equations
- Operating temperature during test

## Annexe A (informative)

### Mesures du spectre de réflexion

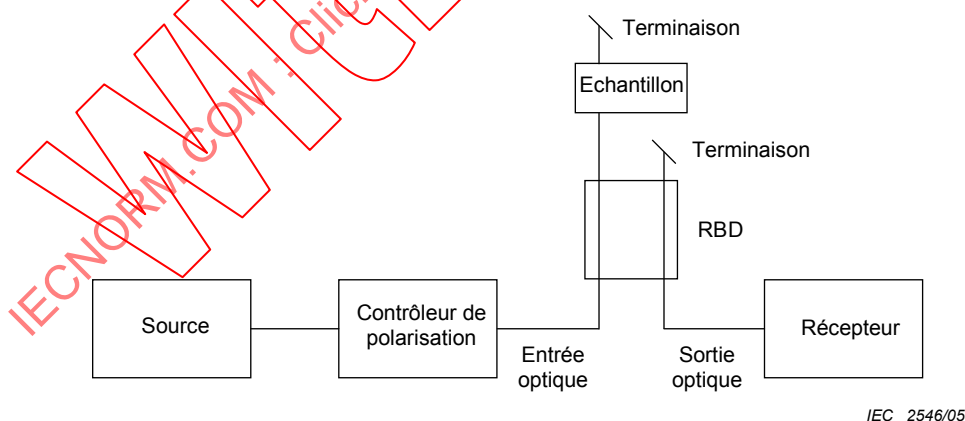
#### A.1 Généralités

Le but de cette annexe est de décrire une méthode pour mesurer le spectre de réflexion d'un dispositif DWDM ou d'un dispositif de filtre à port unique. Un exemple de dispositif de filtre à port unique est un réseau de Bragg sur fibre qui peut être utilisé soit dans un mode de transmission, soit dans un mode de réflectance. Dans un mode de transmission, le réseau de Bragg sur fibre agit comme un filtre coupe-bande à bande étroite et a un seul port d'entrée et un seul port de sortie; cependant, dans un mode de réflectance, le réseau de Bragg sur fibre agit comme un filtre à bande passante, mais a un port d'entrée et de sortie commun. Un filtre à bande passante de réseau de Bragg sur fibre serait toujours utilisé dans un système avec soit un circulateur, soit avec tout autre type de dispositif de couplage (tel qu'un coupleur passif). Le dispositif composé (réseau de Bragg sur fibre+circulateur) entrerait dans la définition d'un composant DWDM, comme exigé dans la norme.

L'une des deux méthodes décrites dans cette procédure peut être utilisée pour réaliser des mesures de réflexion avec uniquement des légères modifications apportées à l'appareillage et à la procédure de mesure.

#### A.2 Appareillage

En commençant par l'appareillage représenté à la Figure 1, l'échantillon peut être mesuré en mode de réflexion en ajoutant soit un coupleur directionnel, soit un circulateur au montage afin de coupler la lumière à l'intérieur et à l'extérieur du DEE, comme l'illustre la Figure A.1.



IEC 2546/05

Figure A.1 – Appareillage de mesure pour un dispositif à port unique

## Annex A (informative)

### Reflection spectrum measurements

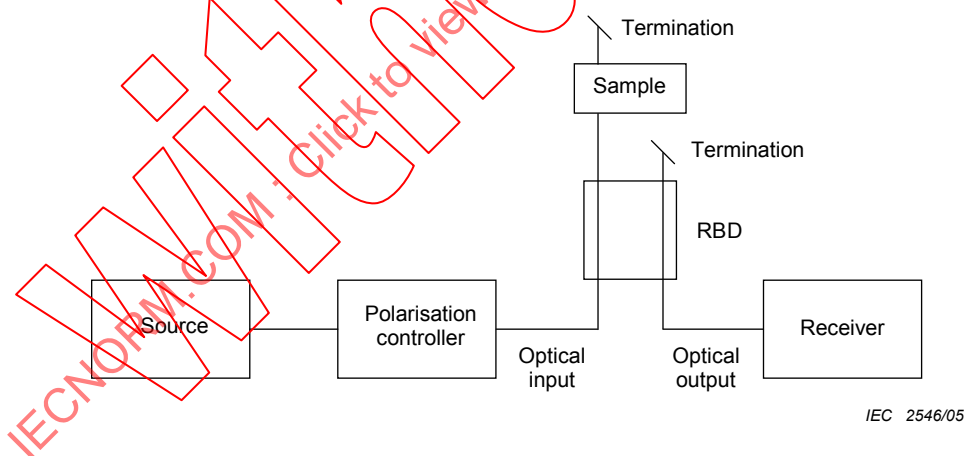
#### A.1 General

The purpose of this annex is to describe a method for measuring the reflection spectrum of a DWDM or single port filter device. An example of a single port filter device is a FBG that may be used in either a transmission or reflectance mode. In a transmission mode, the FBG acts as a notch filter and has a single input and single output port; however, in a reflectance mode the FBG acts as a passband filter but has a common input and output port. A FBG passband filter would always be used in a system with either a circulator or some other type of branching device (such as a passive coupler). The compound device (FBG+circulator) would fall under the definition of a DWDM component as prescribed in the standard.

Either of the two methods described in this procedure can be used to make reflection measurements with only slight changes to the apparatus and the measurement procedure.

#### A.2 Apparatus

Starting with the apparatus shown in Figure 1, the sample can be measured in reflection mode by adding either a directional coupler or a circulator to the set-up to couple light into and out of the DUT, as shown in Figure A.1.



**Figure A.1 – Measurement apparatus for a single port device**

### A.2.1 Dispositif de couplage de référence

Le dispositif de couplage de référence peut être soit un circulateur optique, soit un coupleur directionnel (illustré). Un circulateur possède trois ports et permet de diriger la lumière des ports 1 et 2 aux ports 2 et 3, respectivement. Les entrées vers le port 3 sont dissipées. Chaque port doit avoir un facteur d'adaptation  $>50$  dB, et il convient que les pertes dépendant de la polarisation entre ports soient inférieures à 0,05 dB. Il convient que la directivité entre les ports 1 et 3 soit  $>50$  dB et  $>30$  dB entre les ports 3 et 1. Il est également acceptable d'utiliser un coupleur directionnel passif 2x2 dans ce montage, à la place du circulateur. Dans ce cas, il faut veiller à raccorder correctement la branche non utilisée du coupleur afin de réduire les rétroreflexions. La spécification sur la terminaison se trouve en A.2.2.

### A.2.2 Terminaison optique

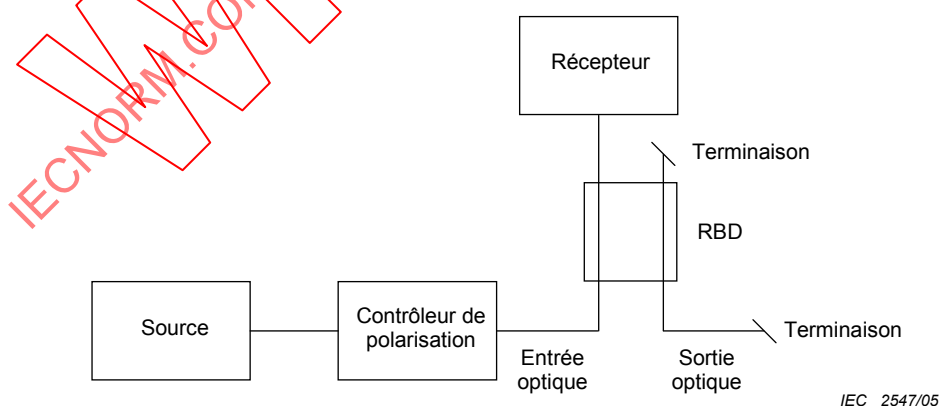
Au cas où des terminaisons optiques sont nécessaires, soit pour la mesure, soit pour le montage de référence, il convient que la terminaison assure un facteur d'adaptation  $>50$  dB sur la région de longueurs d'ondes étudiée.

## A.3 Procédure de mesure

La procédure de mesure des réflexions sera approximativement identique à la procédure de mesure des transmissions décrite à l'Article 5 de ce document. La principale différence réside dans le fait que les deux trajets optiques supplémentaires (source vers le DEE en passant par le dispositif de couplage de référence, et réflexion du DEE vers le récepteur en passant par le dispositif de couplage de référence) doivent être étalonnés en dehors de la mesure. Bien que cela ne soit pas indiqué de manière explicite, cette procédure implique que toutes les mesures soient réalisées à chaque état de polarisation comme dans la mesure de transmission.

### A.3.1 Détermination du spectre de référence de la source

La première étape consiste à étalonner la source par rapport à la perte dans le trajet du dispositif de couplage de référence connectant le sous-système de la source et le DEE. Ceci est obtenu en enlevant le DEE de A1 et en connectant le récepteur à sa place, comme l'illustre la Figure A2. La branche non utilisée du dispositif de couplage de référence doit également être raccordée correctement.



**Figure A.2 – Montage de référence de la source**

Dans la mesure où le système de réglage est balayé sur l'échelle de longueur d'onde, le spectre de transmission de référence de la source  $[t(\lambda)]$  peut être mesuré et stocké par le récepteur.

### A.2.1 Reference branching device

The RBD can be either an optical circulator or a directional coupler (shown). A circulator has three ports and serves to direct light from ports 1 and 2 to ports 2 and 3 respectively. Inputs to port 3 are dissipated. Each port must have a return loss >50 dB, and port to port PDL should be less than 0,05 dB. The directivity between ports 1&3 should be >50 dB and between ports 3&1 should be >30 dB. It is also acceptable to use a passive 2x2 directional coupler in this arrangement in place of the circulator. In this case, care must be taken to properly terminate the unused leg of the coupler to reduce back reflections. The specification on the termination is in A.2.2.

### A.2.2 Optical termination

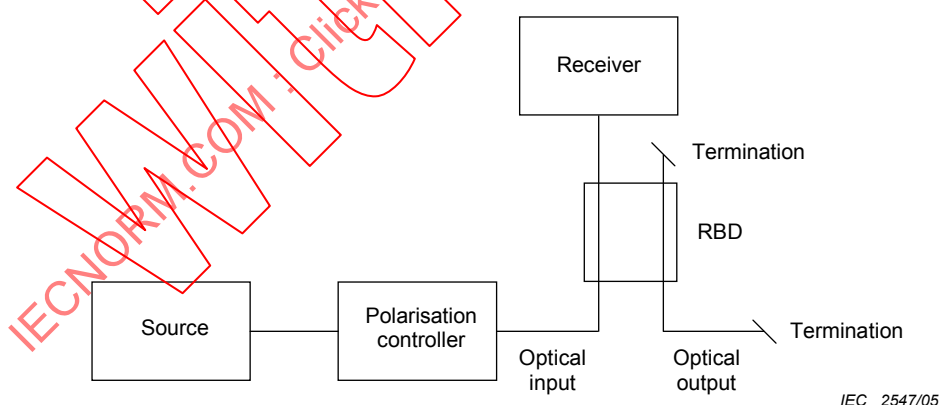
In the event that optical terminations are required in either the measurement or reference set-up, the termination should provide a return loss >50 dB over the wavelength region of interest.

## A.3 Measurement procedure

The reflection measurement procedure will be nearly identical to the transmission measurement procedure described in Clause 5 of this document. The main difference is that the two additional optical paths (source through RBD to DUT, and reflection from DUT through RBD to the receiver) need to be calibrated out of the measurement. Although it will not be explicitly stated, this procedure implies that all the measurements are made at each polarisation state as in the transmission measurement.

### A.3.1 Determination of source reference spectrum

The first step is to calibrate the source for the loss in the RBD path connecting the source sub-system and the DUT. This is accomplished by removing the DUT from A1 and connecting the receiver in its place as shown in Figure A2. The unused RBD leg must be properly terminated as well.

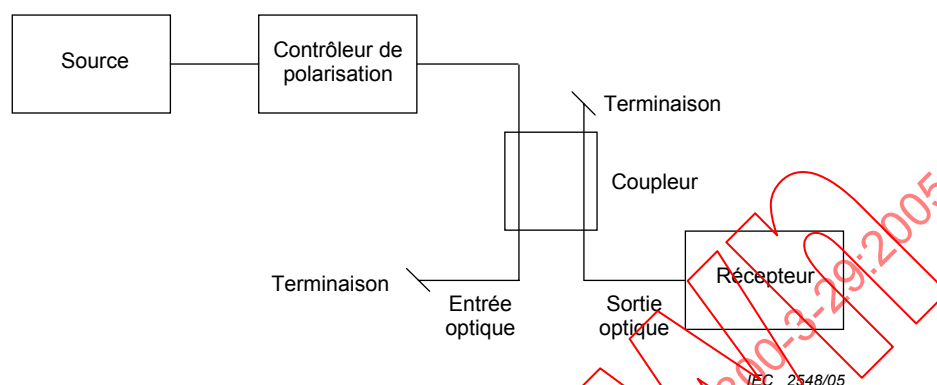


**Figure A2 – Source reference set-up**

As the tuning system is scanned across the wavelength span, the source reference transmission spectrum  $[t(\lambda)]$  can be captured and stored by the receiver.

### A.3.2 Détermination de la constante du système

La constante du système,  $G(\lambda)$ , renvoie à la perte du trajet du dispositif de couplage de référence connectant le DEE au récepteur. Elle peut être obtenue en utilisant le montage représenté à la Figure A.3.



**Figure A.3 – Montage pour la mesure de la constante du système**

Dans la mesure où le système de réglage est balayé sur l'échelle de longueur d'onde, mesurer et enregistrer la puissance au récepteur comme  $P_b(\lambda)$ .

Connecter à présent la sortie du contrôleur de polarisation directement au récepteur et mesurer et enregistrer la puissance comme  $P_{b0}(\lambda)$ . La constante du système,  $G(\lambda)$ , est calculée de la façon suivante:

$$G(\lambda) = -10 \log[P_{b0}(\lambda)/P_b(\lambda)] \text{ (dB)}.$$

### A.3.3 Détermination du spectre de réflectance de référence

Le DEE étant réinséré dans la Figure A.1, raccorder la fibre d'entrée au DEE en enroulant la fibre 5 fois autour d'un mandrin de 10 mm.

Dans la mesure où le système de réglage est balayé sur l'échelle de longueur d'onde, le spectre de réflectance de référence  $[r(\lambda)]$  peut être mesuré et stocké par le récepteur. Il s'agit essentiellement de la rétro-réflexion du «système».

### A.3.4 Détermination du spectre de réflectance du dispositif

Enlever l'enroulement sur le mandrin (ou terminaison effective) du montage d'essai.

Avec le montage d'essai représenté à la Figure A.1, balayer le système sur l'échelle de longueur d'onde et enregistrer le spectre de réflectance  $[R(\lambda)]$  à partir du récepteur.

### A.3.5 Détermination de l'affaiblissement

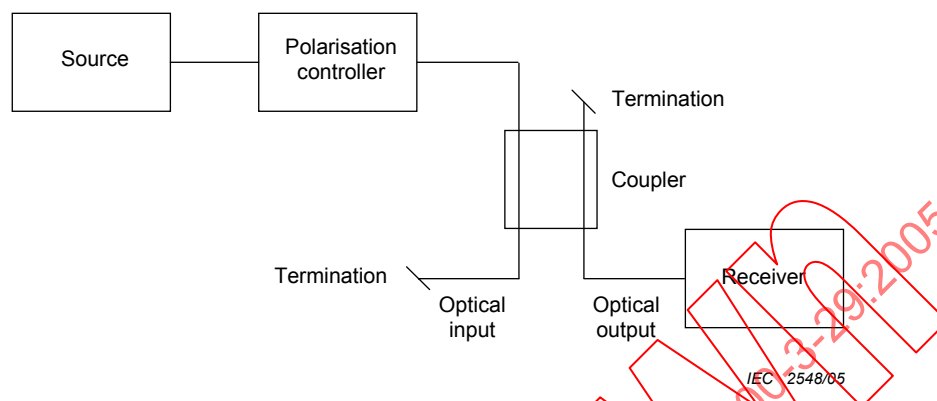
La fonction de transfert réfléchie peut à présent être caractérisée sur toute l'échelle de longueur d'onde du système ( $\lambda_{\min} - \lambda_{\max}$ ) de la façon suivante:

$$A(\lambda) = 10 \log [t(\lambda) / ( R(\lambda) - r(\lambda) ) ] + G(\lambda) \text{ ( dB)}$$

toutes les puissances étant mesurées en Watts, où  $G(\lambda)$  est la constante du système comme obtenue en A.3.2.

### A.3.2 Determination of system constant

The system constant,  $G(\lambda)$ , refers to the RBD path loss connecting the DUT and the receiver. It can be obtained using the set-up in Figure A3.



**Figure A3 – Set-up for measurement of system constant**

As the tuning system is scanned across the wavelength span, measure and record the power at the receiver as  $P_b(\lambda)$ .

Now connect the output of the polarisation controller directly to the receiver and measure and record the power as  $P_{b0}(\lambda)$ . The system constant,  $G(\lambda)$ , is calculated as follows:

$$G(\lambda) = -10 \log[P_{b0}(\lambda)/P_b(\lambda)] \text{ ( dB).}$$

### A.3.3 Determination of reference reflectance spectrum

With the DUT reinserted into Figure A1, terminate the input fibre to the DUT by wrapping the fibre 5 turns around a 10 mm mandrel.

As the tuning system is scanned across the wavelength span, the reference reflectance spectrum  $[r(\lambda)]$  can be captured and stored by the receiver. This is essentially the “system” back reflection.

### A.3.4 Determination of device reflectance spectrum

Remove the mandrel wrap (or effective termination) from the test set-up.

With the test set-up as shown in Figure A.1, scan the system across wavelength span and record the reflectance spectrum  $[R(\lambda)]$  from the receiver.

### A.3.5 Determination of attenuation

The reflected transfer function can now be characterised across the entire wavelength span of the system ( $\lambda_{\min} - \lambda_{\max}$ ) as:

$$A(\lambda) = 10 \log [t(\lambda) / ( R(\lambda) - r(\lambda) ) ] + G(\lambda) \text{ ( dB)}$$

with all powers measured in Watts, where  $G(\lambda)$  is the system constant as obtained in A.3.2.

Il convient que les divers états de polarisation soient manipulés comme spécifié pour la méthode de tous les états ou la méthode de la matrice de Mueller (selon celle qui est utilisée) et il convient que l'affaiblissement soit signalé en utilisant la valeur moyenne de polarisation.

#### **A.4 Mesures des spectres de réflexion [ $R(\lambda)$ ]**

Une fois que les données pour les spectres de réflectance sont obtenues, tous les paramètres et mesures représentés à l'Article 6 du document principal peuvent être trouvés en utilisant  $R(\lambda)$  au lieu des données  $T(\lambda)$  et l'affaiblissement comme calculé en A.3.5.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61300-3-29:2005

Withdrawn