

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
874-1**

QC 210000

Troisième édition
Third edition
1993-02

Connecteurs pour fibres et câbles optiques

Partie 1:
Spécification générique

Connectors for optical fibres and cables

Part 1:
Generic specification



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 874-1: 1993

Validité de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique.

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles auprès du Bureau Central de la CEI.

Les renseignements relatifs à ces révisions, à l'établissement des éditions révisées et aux amendements peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et dans les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 50: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI), qui se présente sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande. Voir également le dictionnaire multilingue de la CEI.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit tirés du VEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera:

- la CEI 27: *Symboles littéraux à utiliser en électro-technique;*
- la CEI 417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles;*
- la CEI 617: *Symboles graphiques pour schémas;*

et pour les appareils électromédicaux,

- la CEI 878: *Symboles graphiques pour équipements électriques en pratique médicale.*

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit tirés de la CEI 27, de la CEI 417, de la CEI 617 et/ou de la CEI 878, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Publications de la CEI établies par le même comité d'études

L'attention du lecteur est attirée sur les listes figurant à la fin de cette publication, qui énumèrent les publications de la CEI préparées par le comité d'études qui a établi la présente publication.

Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available from the IEC Central Office.

Information on the revision work, the issue of revised editions and amendments may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
Published yearly
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC 50: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field. Full details of the IEV will be supplied on request. See also the IEC Multilingual Dictionary.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the IEV or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications:

- IEC 27: *Letter symbols to be used in electrical technology;*
- IEC 417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets;*
- IEC 617: *Graphical symbols for diagrams;*

and for medical electrical equipment,

- IEC 878: *Graphical symbols for electromedical equipment in medical practice.*

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC 27, IEC 417, IEC 617 and/or IEC 878, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

IEC publications prepared by the same technical committee

The attention of readers is drawn to the end pages of this publication which list the IEC publications issued by the technical committee which has prepared the present publication.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
874-1**

QC 210000

Troisième édition
Third edition
1993-02

Connecteurs pour fibres et câbles optiques

**Partie 1:
Spécification générique**

Connectors for optical fibres and cables

**Part 1:
Generic specification**

© CEI 1993 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.

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembe Genève, Suisse



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

XF

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	10
INTRODUCTION.....	12

SECTION 1: GÉNÉRALITÉS

Articles

1.1	Domaine d'application	14
1.2	Références normatives	14
1.3	Définitions	18
1.3.1	Jeu de connecteurs intégralement compatibles	18
1.3.2	Jeu de connecteurs mécaniquement compatibles	18
1.3.3	Jeu de connecteurs interchangeable	18
1.3.4	Jeu de connecteurs pour fibres optiques	18
1.3.5	Jeu de connecteurs de référence	18
1.3.6	Composant d'un jeu de connecteurs de référence	20
1.3.7	Configuration fiche-raccord-fiche	20
1.3.8	Configuration fiche-embase	20
1.3.9	Dimensions des faces d'accouplement	20
1.3.10	Plan de référence mécanique	20
1.3.11	Lot de jeu de connecteurs (fibre optique)	20
1.3.12	Jeu de connecteurs avec fibre amorce (fibres optiques)	20
1.3.13	Jeu de connecteurs avec cordons (fibres optiques)	20
1.3.14	Variante	20
1.3.15	Couplage optique en butée	22
1.3.16	Couplage optique non en butée	22
1.3.17	Couplage optique à faisceau élargi	22

SECTION 2: PRESCRIPTIONS

2.1	Classification	22
2.1.1	Type	22
2.1.2	Montage	24
2.1.3	Modèle	26
2.1.4	Variante	26
2.1.5	Catégorie climatique	26
2.1.6	Catégorie d'environnement	28
2.1.7	Niveau d'assurance de la qualité	30
2.2	Documents	32
2.2.1	Symboles	32
2.2.2	Système des spécifications	32

CONTENTS

	Page
FOREWORD	11
INTRODUCTION	13

SECTION 1: GENERAL

Clause

1.1	Scope	15
1.2	Normative references	15
1.3	Definitions	19
1.3.1	Fully intermateable connector set	19
1.3.2	Mechanical intermateable connector set	19
1.3.3	Interchangeable connector set	19
1.3.4	Fibre optic connector set	19
1.3.5	Reference connector set	19
1.3.6	Reference connector set component	21
1.3.7	Plug-adaptor-plug configuration	21
1.3.8	Plug-socket configuration	21
1.3.9	Mating face dimensions	21
1.3.10	Mechanical reference plane	21
1.3.11	Connector set kit (fibre optic)	21
1.3.12	Pigtail connector set (fibre optic)	21
1.3.13	Patch-cord connector set (fibre optic)	21
1.3.14	Variant	21
1.3.15	Butting optical coupling	23
1.3.16	Non-butting optical coupling	23
1.3.17	Expanded beam optical coupling	23

SECTION 2: REQUIREMENTS

2.1	Classification	23
2.1.1	Type	23
2.1.2	Arrangement	25
2.1.3	Style	27
2.1.4	Variant	27
2.1.5	Climatic category	27
2.1.6	Environmental category	29
2.1.7	Assessment level	31
2.2	Documentation	33
2.2.1	Symbols	33
2.2.2	Specification system	33

Articles	Pages
2.2.3 Plans	36
2.2.4 Mesures	36
2.2.5 Fiches techniques d'essai	38
2.2.6 Inspections d'emploi	38
2.3 Conception et fabrication	38
2.3.1 Matériaux	38
2.3.2 Exécution	38
2.4 Qualité	38
2.5 Performances	40
2.6 Identification et marquage	40
2.6.1 Numéro d'identification de la variante	40
2.6.2 Marquage des composants	40
2.6.3 Marquage de l'emballage	40
2.7 Emballage	42
2.8 Conditions de stockage	42
2.9 Sécurité	42

SECTION 3: PROCÉDURES D'ASSURANCE DE LA QUALITÉ

3.1 Etape initiale de fabrication	42
3.2 Similitude de construction	44
3.3 Procédure d'homologation	44
3.3.1 Procédure d'échantillonnage fixe	46
3.3.2 Procédure de contrôle lot par lot et de contrôle périodique	46
3.3.3 Spécimens d'homologation	46
3.3.4 Composant complémentaire	46
3.3.5 Nombre d'échantillons	46
3.3.6 Préparation des spécimens	48
3.3.7 Essai d'homologation	48
3.3.8 Défaillances d'homologation	48
3.3.9 Maintenance des homologations	48
3.3.10 Rapport d'homologation	50
3.4 Contrôle de conformité de la qualité	50
3.4.1 Contrôle lot par lot	50
3.4.2 Contrôle périodique	52
3.5 Certificat de conformité des lots livrés	54
3.6 Livraisons différées	54
3.7 Livraisons autorisées avant la fin des essais de groupe B	54
3.8 Autres méthodes d'essai	54
3.9 Paramètres non vérifiés	56

SECTION 4: MÉTHODES DE MESURE ET ESSAIS CLIMATIQUES D'ENVIRONNEMENT

4.1 Conditions normales	56
4.2 Spécimens	56

Clause		Page
2.2.3	Drawings	37
2.2.4	Measurements	37
2.2.5	Test data sheets	39
2.2.6	Instructions for use	39
2.3	Design and construction	39
2.3.1	Materials	39
2.3.2	Workmanship	39
2.4	Quality	39
2.5	Performance	41
2.6	Identification and marking	41
2.6.1	Variant identification number	41
2.6.2	Component marking	41
2.6.3	Package marking	41
2.7	Packaging	43
2.8	Storage conditions	43
2.9	Safety	43

SECTION 3: QUALITY ASSESSMENT PROCEDURES

3.1	Primary stage of manufacture	45
3.2	Structural similarity	45
3.3	Qualification approval procedures	45
3.3.1	Fixed sample procedure	47
3.3.2	Lot-by-lot and periodic procedure	47
3.3.3	Qualifying specimen	47
3.3.4	Counterpart component	47
3.3.5	Sample size	49
3.3.6	Preparation of specimens	49
3.3.7	Qualification testing	49
3.3.8	Qualification failures	49
3.3.9	Maintenance of qualification approval	49
3.3.10	Qualification report	51
3.4	Quality conformance inspection	51
3.4.1	Lot-by-lot inspection	51
3.4.2	Periodic inspection	53
3.5	Certified records of released lots	55
3.6	Delayed deliveries	55
3.7	Delivery release before completion of group B tests	55
3.8	Alternative test methods	57
3.9	Unchecked parameters	57

SECTION 4: MEASUREMENT AND ENVIRONMENTAL TEST PROCEDURES

4.1	Standard conditions	57
4.2	Specimen	57

Articles	Pages
4.3 Nettoyage des surfaces optiques	56
4.4 Méthodes de mesure	56
4.4.1 Examen visuel	58
4.4.2 Dimensions	58
4.4.3 Examen du produit	60
4.4.4 Force de rétention du calibre	62
4.4.5 Forces d'accouplement et de désaccouplement	64
4.4.6 Inflammabilité (risques d'incendie)	66
4.4.7 Perte d'insertion	68
4.4.8 Modification de l'affaiblissement	96
4.4.9 Diaphonie ou diaphotie	104
4.4.10 Immunité à l'éclairement extérieur	108
4.4.11 Atténuation spectrale	118
4.4.12 Puissance réfléchie	124
4.4.13 Modification de la puissance réfléchie	138
4.4.14 Distribution modale	146
4.4.15 Alignement de la fibre dans l'embout: erreur de concentricité et d'alignement angulaire	152
4.5 Procédures d'essais d'environnement	156
4.5.1 Vibrations (sinusoïdales)	160
4.5.2 Efficacité de la rétention de la fibre ou de l'embout	162
4.5.3 Charge statique	164
4.5.4 Efforts de traction sur le câble	166
4.5.5 Efforts de torsion sur le câble	168
4.5.6 Robustesse du mécanisme de verrouillage	170
4.5.7 Moment de flexion	172
4.5.8 Secousses	174
4.5.9 Chocs	176
4.5.10 Résistance à la compression	178
4.5.11 Compression axiale	180
4.5.12 Impact	184
4.5.13 Accélération	186
4.5.14 Chute	190
4.5.15 Couple de serrage	192
4.5.16 Moisissures	194
4.5.17 Froid	198
4.5.18 Chaleur sèche	202
4.5.19 Chaleur humide (essai continu)	204
4.5.20 Séquence climatique	206
4.5.21 Condensation	212
4.5.22 Variations rapides de température	216
4.5.23 Étanchéité (connecteurs étanches au montage et avec barrière d'étanchéité) ..	218
4.5.24 Étanchéité (immersion dans l'eau)	220
4.5.25 Étanchéité (herméticité)	222
4.5.26 Atmosphère corrosive (brouillard salin)	226
4.5.27 Poussière	228
4.5.28 Atmosphère industrielle (anhydride sulfureux)	232

Clause	Page
4.3	Cleaning of optical surfaces 57
4.4	Measurement procedures 57
4.4.1	Visual inspection 59
4.4.2	Dimensions 59
4.4.3	Examination of product 61
4.4.4	Gauge retention force 63
4.4.5	Engagement and separation forces 65
4.4.6	Flammability (fire hazard) 67
4.4.7	Insertion loss 69
4.4.8	Change in attenuation 97
4.4.9	Crosstalk 105
4.4.10	Ambient light coupling 109
4.4.11	Spectral loss 119
4.4.12	Return loss 125
4.4.13	Change in return loss 139
4.4.14	Modal power distribution 147
4.4.15	Fibre alignment in ferrule: concentricity and angular misalignment 153
4.5	Environmental test procedures 157
4.5.1	Vibration (sinusoidal) 161
4.5.2	Effectiveness of fibre or ferrule retention 163
4.5.3	Static load 165
4.5.4	Cable pulling 167
4.5.5	Cable torsion 169
4.5.6	Strength of coupling mechanism 171
4.5.7	Bending moment 173
4.5.8	Bump 175
4.5.9	Shock 177
4.5.10	Crush resistance 179
4.5.11	Axial compression 181
4.5.12	Impact 185
4.5.13	Acceleration 187
4.5.14	Drop 191
4.5.15	Coupling proof torque 193
4.5.16	Mould growth 195
4.5.17	Cold 199
4.5.18	Dry heat 203
4.5.19	Damp heat (steady state) 205
4.5.20	Climatic sequence 207
4.5.21	Condensation 213
4.5.22	Rapid change of temperature 217
4.5.23	Sealing (panel-seals and barrier-seals) 219
4.5.24	Sealing (water immersion) 221
4.5.25	Sealing (hermetic) 223
4.5.26	Corrosive atmosphere (salt mist) 227
4.5.27	Dust 229
4.5.28	Industrial atmosphere (sulphur dioxide) 233

Articles	Pages
4.5.29 Basse pression atmosphérique	234
4.5.30 Rayonnement solaire	236
4.5.31 Rayonnement nucléaire	240
4.5.32 Endurance mécanique	240
4.5.33 Endurance à haute température	244
4.5.34 Résistance aux solvants et aux fluides contaminants	246
4.5.35 Efficacité du dispositif de rétention contre les efforts de rotation du câble	250
4.5.36 Forces d'accouplement et de désaccouplement pour connecteurs à monter sur panneaux arrière	254
 Annexes	
A Mesure des dimensions	258
B Liste de définitions relevées dans les publications de la CEI	262

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 874-1:1993

Without watermark

Clause	Page
4.5.29 Low air pressure	235
4.5.30 Solar radiation	237
4.5.31 Nuclear radiation	241
4.5.32 Mechanical endurance	241
4.5.33 High temperature endurance	245
4.5.34 Resistance to solvents and contaminating fluids	247
4.5.35 Effectiveness of clamping device against cable nutation	251
4.5.36 Insertion and withdrawal forces for back-panel connectors	255

ANNEXES

A	Size measurements	259
B	Summary of definitions from IEC publications	263

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CONNECTEURS POUR FIBRES ET CÂBLES OPTIQUES

Partie 1: Spécification générique

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par les comités d'études où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 3) Ces décisions constituent des recommandations internationales publiées sous forme de normes, de rapports techniques ou de guides et agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.

La Norme internationale CEI 874-1 a été établie par le sous-comité 86B du comité d'études 86 de la CEI: Fibres optiques.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 1987 et constitue une révision technique.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

DIS	Rapport de vote	Amendement au DIS	Rapport de vote
86B(BC)35	86B(BC)59	86B(CO)79	86B(CO)91
86B(BC)38	86B(BC)62		
86B(BC)39	86B(BC)63		
86B(BC)46	86B(BC)68		
86B(BC)69	86B(BC)76		
86B(BC)82	86B(BC)110		
86B(BC)85	86B(BC)111		
86B(BC)88	86B(BC)115		
86B(BC)89	86B(BC)116		
86B(BC)93	86B(BC)117		

Les rapports de vote indiqués dans le tableau ci-dessus donnent toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette publication.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

CONNECTORS FOR OPTICAL FIBRES AND CABLES

Part 1: Generic specification

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a world-wide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international cooperation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 3) They have the form of recommendations for international use published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.

International Standard IEC 874-1 has been prepared by Sub-Committee 86B, of IEC Technical Committee No. 86: Fibre optics.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 1987 and constitutes a technical revision.

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

DIS	Report on Voting	Amendment to DIS	Report on Voting
86B(CO)35	86B(CO)59	86B(CO)79	86B(CO)91
86B(CO)38	86B(CO)62		
86B(CO)39	86B(CO)63		
86B(CO)46	86B(CO)68		
86B(CO)69	86B(CO)76		
86B(CO)82	86B(CO)110		
86B(CO)85	86B(CO)111		
86B(CO)88	86B(CO)115		
86B(CO)89	86B(CO)116		
86B(CO)93	86B(CO)117		

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

INTRODUCTION

La présente spécification est divisée en quatre sections. La section 1 s'intitule «Généralités» et contient des informations générales relatives à la spécification générique.

La section 2 s'intitule «Prescriptions» et contient toutes les exigences auxquelles doivent répondre les jeux de connecteurs couverts par le présent document, c'est-à-dire les exigences relatives à la classification, au système de spécifications, à la documentation, aux matériaux, à la fabrication, à la qualité, aux caractéristiques fonctionnelles, à l'identification et à l'emballage.

La section 3 s'intitule «Procédures d'assurance de la qualité» et contient l'ensemble des procédures devant être suivies pour un contrôle correct de la qualité des produits couverts par le présent document.

Enfin, la section 4, intitulée «Méthodes de mesure et essais climatiques d'environnement» contient les méthodes de mesure et d'essais climatiques applicables pour le contrôle de la qualité.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60874-1:1993

Without watermark

INTRODUCTION

The specification is divided into four sections. Section 1 is entitled "General" and contains general information which pertains to the generic specification.

Section 2 is entitled "Requirements" and contains all of the requirements to be met by connector sets covered by the document. The requirements for classification, the specification system, documentation, materials, workmanship, quality, performance, identification and packaging are covered in this section.

Section 3 is entitled "Quality assessment procedures" and contains all of the procedures to be followed for proper quality assessment of products covered by the document.

Finally, section 4 is entitled "Measurement and environmental test procedures" and contains the measurement methods and environmental test procedures for quality assessment.

Withdrawing
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60817-1:1993

CONNECTEURS POUR FIBRES ET CÂBLES OPTIQUES

Partie 1: Spécification générique

SECTION 1: GÉNÉRALITÉS

1.1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 874 s'applique à des jeux de connecteurs et à chaque composant (c'est-à-dire raccords, fiches, embases) pour fibres et câbles optiques de tout type, dimension et structure. Elle comprend:

- les prescriptions relatives au jeux de connecteurs;
- les procédures pour l'assurance de la qualité;
- les procédures de mesure et d'essais, tant pour les jeux de connecteurs que pour chaque composant (c'est-à-dire raccords, fiches, embases).

1.2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de la CEI 874. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 874 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

Toute référence à un article ou paragraphe d'une norme s'applique à cette référence sauf avis contraire spécifié.

CEI QC 001001: 1986, *Règles fondamentales du système CEI d'assurance de la qualité des composants électroniques (IECQ)*.

CEI QC 001002: 1986, *Règles de procédure du système CEI d'assurance de la qualité des composants électroniques (IECQ)*.

CEI 27: 1991, *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*.

CEI 50(731): 1991, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 731: Communication par fibre optique*.

CEI 68-1: 1991, *Essais d'environnement – Première partie: Généralités et guide*.

CEI 68-2-1: 1990, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais – Essais A: Froid*.

CEI 68-2-2: 1974, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais – Essais B: Chaleur sèche*.

CONNECTORS FOR OPTICAL FIBRES AND CABLES

Part 1: Generic specification

SECTION 1: GENERAL

1.1 Scope

This part of IEC 874 applies to fibre optic connector sets and individual components (i.e. adaptors, plugs, sockets) for all types, sizes and structures of fibres and cables. It includes:

- connector set requirements;
- quality assessment procedures;
- measurement and test procedures for both connector sets and individual components (i.e. adaptors, plugs and sockets).

1.2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 874. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision and parties to agreements based on this part of IEC 874 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

References made to a specific clause or subclause of a standard includes all subclauses to the reference unless otherwise specified.

IEC QC 001001: 1986, *Basic Rules of the IEC Quality Assessment System for Electronic Components (IECQ)*.

IEC QC 001002: 1986, *Rules of Procedure of the IEC Quality Assessment System for Electronic Components (IECQ)*.

IEC 27: 1991, *Letter symbols to be used in electrical technology*.

IEC 50(731): 1991, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 731: Optical fibre communication*.

IEC 68-1: 1991, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*.

IEC 68-2-1: 1990, *Environmental testing – Part 2: Tests – Tests A: Cold*.

IEC 68-2-2: 1974, *Environmental testing – Part 2: Tests – Tests B: Dry heat*.

CEI 68-2-3: 1969, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais – Essai Ca: Essai continu de chaleur humide.*

CEI 68-2-5: 1975, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais – Essai Ca: Essai continu de chaleur humide.*

CEI 68-2-6: 1982, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais – Essai Fc et guide: Vibrations (sinusoïdales).*

CEI 68-2-7: 1983, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais – Essai Ga et guide: Accélération constante.*

CEI 68-2-9: 1975, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais – Guide pour l'essai de rayonnement solaire.*

CEI 68-2-10: 1988, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais – Essai J et guide: Moisissures.*

CEI 68-2-11: 1981, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais – Essai Ka: Brouillard salin.*

CEI 68-2-13: 1983, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais – Essai M: Basse pression atmosphérique.*

CEI 68-2-14: 1984, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais – Essai N: Variations de température.*

CEI 68-2-17: 1978, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais – Essai Q: Etanchéité.*

CEI 68-2-27: 1987, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais – Essai Ea et guide: Chocs.*

CEI 68-2-29: 1987, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais – Essai Eb et guide: Secousses.*

CEI 68-2-30: 1980, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais – Essai Db et guide: Essai cyclique de chaleur humide (cycle de 12 + 12 heures).*

CEI 410: 1973, *Plans et règles d'échantillonnage pour les contrôles par attributs.*

CEI 617, *Symboles graphiques pour schémas.*

CEI 695-2-2: 1991, *Essais relatifs aux risques du feu – Deuxième partie: Méthodes d'essai – Essai au brûleur-aiguille.*

CEI 793-1: 1992, *Fibres optiques, Première partie: Spécifications génériques.*

CEI 825: 1984, *Sécurité du rayonnement des appareils à laser, classification des matériels, prescriptions et guide de l'utilisateur.*

IEC 68-2-3: 1969, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Ca: Damp heat, steady state.*

IEC 68-2-5: 1975, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Sa: Simulated solar radiation at ground level.*

IEC 68-2-6: 1982, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Fc and guidance: Vibration (sinusoidal).*

IEC 68-2-7: 1983, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Ga and guidance: Acceleration, steady state.*

IEC 68-2-9: 1975, *Environmental testing – Part 2: Tests – Guidance for solar radiation testing.*

IEC 68-2-10: 1988, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test J and guidance: Mould growth.*

IEC 68-2-11: 1981, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Ka: Salt mist.*

IEC 68-2-13: 1983, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test M: Low air pressure.*

IEC 68-2-14: 1984, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test N: Change of temperature.*

IEC 68-2-17: 1978, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Q: Sealing.*

IEC 68-2-27: 1987, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Ea and guidance: Shock.*

IEC 68-2-29: 1987, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Eb and guidance: Bump.*

IEC 68-2-30: 1980, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Db and guidance: Damp heat, cyclic (12 + 12-hour cycle).*

IEC 410: 1973, *Sampling plans and procedures for inspection by attributes.*

IEC 617, *Graphical symbols for diagrams.*

IEC 695-2-2: 1991, *Fire hazard testing – Part 2: Test methods – Needle-flame test.*

IEC 793-1: 1992, *Optical fibres – Part 1: Generic specification.*

IEC 825: 1984, *Radiation safety of laser products, equipment classification, requirements and user's guide.*

CEI 875-1: 1992, *Dispositifs de couplage pour fibres optiques – Première partie: Spécification générique.*

ISO 129: 1985, *Dessins techniques – Cotation – Principes généraux, définitions, méthodes d'exécution et indications spéciales.*

ISO 286: 1988, *Systèmes ISO de tolérances et d'ajustements – Partie 1: Base des tolérances, écarts et ajustements.*

ISO 370: 1975, *Dimensions tolérancées – Conversion d'onces en millimètres et réciproquement.*

ISO 1101: 1983, *Dessins techniques – Tolérance de forme et de position – Généralités, symboles, indications sur les dessins.*

ISO 2015: 1976, *Numérotage des semaines.*

1.3 Définitions

Pour les besoins de cette partie de la CEI 874 les définitions suivantes s'appliquent. Elles s'appliquent également aux spécifications intermédiaires et particulières définies dans le cadre de la présente spécification.

1.3.1 Jeu de connecteurs intégralement compatibles

Des jeux de connecteurs d'origine différente sont considérés comme entièrement compatibles lorsque les pièces d'un connecteur en provenance d'une source s'accouplent avec les pièces complémentaires en provenance d'autres sources sans dommage mécanique, le maintien des propriétés optiques étant assuré dans les limites spécifiées.

1.3.2 Jeu de connecteurs mécaniquement compatibles

Des jeux de connecteurs d'origine différente sont considérés comme mécaniquement compatibles lorsque les pièces d'un connecteur en provenance d'une source s'accouplent avec les pièces complémentaires en provenance d'autres sources sans dommage mécanique, mais sans tenir compte des propriétés optiques.

1.3.3 Jeu de connecteurs interchangeables

Des Jeux de connecteurs sont considérés comme interchangeables lorsqu'ils partagent des moyens de fixation et un encombrement communs et ont les mêmes performances.

1.3.4 Jeu de connecteurs pour fibre optique

C'est l'ensemble des pièces requises pour assurer un accouplement démontable entre deux câbles à fibre optique ou plus.

1.3.5 Jeu de connecteurs de référence

Jeu de connecteurs fabriqués ou choisis avec précision ou d'un type particulier à des fins de mesure. Un tel jeu de connecteurs peut se présenter sous la forme d'un calibre de précision intégré dans le matériel d'essai. Le critère de sélection ou niveau fonctionnel demandé doit être indiqué dans la spécification intermédiaire et/ou dans la spécification particulière.

IEC 875-1: 1992, *Fibre optic branching devices – Part 1: Generic specification.*

ISO 129: 1985, *Technical drawings – Dimensioning – General principles, definitions, methods of execution and special indications.*

ISO 286-1: 1988, *ISO system of limits and fits – Part 1: Bases of tolerances, deviations and fits.*

ISO 370: 1975, *Tolerance dimensions – Conversion from inches into millimetres and vice versa.*

ISO 1101: 1983, *Technical drawings – Geometrical tolerancing – Tolerances of form, orientation, location and run-out – Generalities, definitions, symbols. Indications on drawings.*

ISO 2015: 1976, *Numbering of weeks.*

1.3 Definitions

For the purpose of this part of IEC 874, the following definitions apply. They also apply to all sectional and detail specifications written to this specification.

1.3.1 Fully intermateable connector set

Connector sets from different sources are considered fully intermateable when connector parts from one source will mate with complementary parts from other sources without mechanical damage and with optical properties maintained within specified limits.

1.3.2 Mechanical intermateable connector set

Connector sets from different sources are considered mechanically intermateable when connector components from one source will mate with complementary components from other sources without mechanical damage but without regard to optical properties.

1.3.3 Interchangeable connector set

Connector sets are considered to be interchangeable when they share common installation geometry and have the same functional performance.

1.3.4 Fibre optic connector set

The complete assembly of connector components required to provide demountable coupling between two or more optical fibre cables.

1.3.5 Reference connector set

A precisely made or selected connector set of a particular type used for measurement purposes. Such a connector set may be in the form of a precision jig incorporated in the test equipment. The performance or selection criterion shall be given in the relevant specification.

1.3.6 *Composant d'un jeu de connecteurs de référence*

Composant fabriqué ou choisi avec précision à des fins de mesure (par exemple fiche, adaptateur, etc.). Un tel composant peut se présenter sous la forme d'un calibre de précision incorporé dans l'appareillage d'essai.

1.3.7 *Configuration fiche-raccord-fiche*

Deux fiches s'accouplant par l'intermédiaire d'un raccord. L'accouplement mécanique s'effectue entre les fiches et le raccord. Un tel jeu de connecteurs comprend deux fiches et un raccord.

1.3.8 *Configuration fiche-embase*

Jeu de connecteurs comprenant une fiche et une embase. Le mécanisme d'accouplement et le mécanisme d'alignement optique sont autonomes dans chaque moitié de connecteur.

1.3.9 *Dimensions des faces d'accouplement*

Dimensions des éléments déterminant l'ajustement d'accouplement entre les composants d'un jeu de connecteurs optiques.

1.3.10 *Plan de référence mécanique*

Le plan de référence mécanique d'une fiche ou du raccord de connecteur pour fibre optique est un plan perpendiculaire à l'axe de la fibre situé sur un élément physique du composant. C'est à partir de ce plan que sont mesurées toutes les dimensions du composant dans l'axe de la fibre.

Les plans de référence mécanique de la fiche et du raccord doivent coïncider lorsque ces deux composants sont accouplés normalement. En conséquence, chacun des plans doit être situé sur l'élément physique qui donne la position relative des deux composants quand ils sont normalement accouplés.

1.3.11 *Lot de jeu de connecteurs (fibre optique)*

Jeu de connecteurs sans raccordement.

1.3.12 *Jeu de connecteurs avec fibre amorce (fibres optiques)*

Ensemble dans lequel la fiche ou l'embase est fixée sur l'une des extrémités d'une longueur de fibre/câble.

1.3.13 *Jeu de connecteurs avec cordons (fibres optiques)*

Ensemble dans lequel la fiche et/ou le raccord sont raccordés sur les deux extrémités d'une longueur de fibre/câble.

1.3.14 *Variante*

Variation dans les caractéristiques d'un composant particulier d'un jeu de connecteurs. Des dimensions différentes d'entrée de câble ou de montage sont des exemples de variantes.

1.3.6 *Reference connector set component*

A precisely made or selected connector set component which is used for measuring purposes (e.g. plug, adaptor, etc.). The component may be in the form of a precision jig incorporated in the test equipment.

1.3.7 *Plug-adaptor-plug configuration*

Two plug connectors which mate through an adaptor. The mechanical coupling takes place between plug connectors and the adaptor. A connector set consists of two plugs and one adaptor.

1.3.8 *Plug-socket configuration*

A connector set consisting of one plug and one socket. The mechanical coupling mechanism and optical alignment mechanism are self-contained in the two connector halves.

1.3.9 *Mating face dimensions*

The dimensions of the features which determine the mating fit between components of an optical connector set.

1.3.10 *Mechanical reference plane*

The mechanical reference plane of a fibre optic connector or connector adaptor is a plane which is perpendicular to the fibre axis and is located on a physical feature of the component. It is the datum plane from which all features of the component are measured in the direction of the fibre axis.

The mechanical reference planes of the connector and the adaptor should coincide when the two components are properly mated. Accordingly, each should be located on the feature that fixes or establishes the relative position of the two components when they are properly mated.

1.3.11 *Connector set kit (fibre optic)*

A connector set which is unterminated.

1.3.12 *Pigtail connector set (fibre optic)*

An assembly with the plug connector component and/or socket connector component mounted to one end of a length of fibre/cable.

1.3.13 *Patch-cord connector set (fibre optic)*

An assembly with the plug connector component and/or socket connector component assembled on both ends of a length of fibre/cable.

1.3.14 *Variant*

A variation of details for a particular connector set component. Different cable entry sizes or different mounting dimensions are examples of variants.

1.3.15 *Couplage optique en butée*

Les faces optiques sont en contact.

1.3.16 *Couplage optique non en butée*

Les faces optiques ne sont pas en contact.

1.3.17 *Couplage optique à faisceau élargi*

Les faces optiques utilisent des lentilles.

SECTION 2: PRESCRIPTIONS

Les prescriptions relatives aux connecteurs couverts par la présente spécification sont exposées dans la présente section et dans la spécification en vigueur. Les composants fournis à cette spécification seront des produits autorisés par le ONS à être listés sur le QPL après procédure d'approbation de la qualification selon 11.13.1 de la CEI QC 001002.

2.1 Classification

Les jeux de connecteurs pour fibre optique sont classifiés, pour une partie ou totalement, selon les catégories suivantes (voir tableau 1).

- type;
- montage;
- modèle;
- variante;
- catégorie climatique;
- catégorie d'environnement;
- niveau d'assurance de la qualité.

Voir au tableau 1 un exemple de classification complète d'un connecteur.

2.1.1 *Type*

Les types de connecteurs doivent être définis selon quatre critères: type, configuration, mécanisme de verrouillage et dimensions des faces d'accouplement.

Exemples de types:

- type F-SMA;
- type BAM.

Exemples de configurations:

- configuration fiche-raccord-fiche;
- configuration fiche-embase.

1.3.15 *Butting optical coupling*

Optical ports which contact each other.

1.3.16 *Non-butting optical coupling*

Optical ports which do not contact each other.

1.3.17 *Expanded beam optical coupling*

Optical ports which utilize lens technology.

SECTION 2: REQUIREMENTS

The requirements for connector sets covered by this specification are specified herein and in the relevant specification. Components furnished to this specification shall be products which are authorized by the NSI for listing on the QPL under the qualification approval procedure in accordance with 11.13.1 of IEC QC 001002.

2.1 Classification

Fibre optic connector sets are classified, either totally or in part, by the following categories (see table 1).

- type;
- arrangement;
- style;
- variant;
- climatic category;
- environment category;
- assessment level.

See table 1 for an example of a complete connector set classification.

2.1.1 *Type*

Connector set types shall be defined by four elements: the type name, the configuration, the coupling mechanism and the mating face dimensions.

Example of type names:

- type F-SMA;
- type BAM.

Examples of configurations:

- plug-adaptor-plug configuration;
- plug-socket configuration.

Exemples de mécanismes de verrouillage:

- par bague fileté;
- à baïonnette;
- pousser-tirer.

Tableau 1 – Exemple de classification type d'un jeu de connecteurs

Type	– Nom: type FSMA – Configuration: fiche-raccord-fiche – Couplage: par bague fileté – Dimensions des faces d'accouplement: . fiche: voir figure 2* . raccord: voir figure 4*
Montage	– Lot de jeu de connecteurs
Modèle	– Rétention de la fibre: adhésif – Rétention du câble: sertie – Couplage optique: non en butée – Alignement: manchon élastique
Variantes	– Permutation de douze fiches de: • diamètre de fibre sur gaine . 125 µm . 140 µm . 200 µm • diamètre de gaine de câble . 3 mm (0,118 inches) . 3,8 mm (0,150 inches) • modèle de bague de verrouillage: . hexagonale . moletée – Deux variantes de raccords: • non-montable (connecteur libre) • fixation par brides à quatre trous
Catégorie climatique	– 55/125/21
Catégorie d'environnement	– II +
Niveau d'assurance de la qualité	A, B, C & X
NOTE - * désigne les figures dans une spécification particulière fictive.	

2.1.2 Montage

Le montage du jeu de connecteurs doit définir l'état du connecteur livré.

Exemples de montage:

- en lot;
- à fibre amorce;
- à cordons.

Examples of coupling mechanisms:

- screw thread;
- bayonet;
- push-pull.

Table 1 – Example of a typical connector set classification

Type	– Name: type FSMA – Configuration: plug-adaptor-plug – Coupling: screw thread – Mating face dimensions: . plug: see figure 2* . adaptor: see figure 4*
Arrangement	– Kit
Style	– Fibre retention: adhesive – Cable retention: crimp – Optical coupling: non-butting – Alignment: resilient bushing
Variants	– Twelve plug permutations of: • fibre diameter over the cladding . 125 µm . 140 µm . 200 µm • cable jacket diameters . 3 mm (0,118 in.) . 3,8 mm (0,150 in.) • coupling nut styles: . knurl . hex – Two adaptor variants: • non-mountable (free hanging) • four-hole flange mount
Climatic category	– 55/125/21
Environmental category	– II +
Assessment level	A, B, C and X
NOTE * indicates figures in a hypothetical detail specification	

2.1.2 Arrangement

The connector set arrangement shall define the delivered connector set form.

Examples of connector set arrangements:

- kit arrangement;
- pigtail arrangement;
- patch-cord arrangement.

2.1.3 *Modèle*

Le modèle du jeu de connecteurs doit être défini selon quatre critères: technologie de rétention de la fibre, technologie de rétention du câble, technologie du couplage optique et technologie de l'alignement.

Exemples de technologies de rétention de la fibre:

- rétention avec adhésif;
- rétention sertie.

Exemples de technologies de rétention du câble:

- rétention avec adhésif;
- rétention sertie.

Exemples de technologies de couplage optique:

- non en butée;
- en butée;
- faisceau élargi.

Exemples de technologies d'alignement:

- par ajustement avec jeu;
- par traversée élastique;
- par embout élastique;
- sphérique.

2.1.4 *Variante*

La variante d'un jeu de connecteurs définit la variété des composants de modèles associables (voir 3.2).

Exemples de variables d'éléments constituant des variantes:

- catégorie des fibres (catégorie A, B, ...);
- type de fibre (diamètre de coeur et revêtement);
- type et dimensions des câbles;
- schémas de montage;
- modèle de bagues de verrouillage (hexagonales, moletées, etc.).

2.1.5 *Catégorie climatique*

Les jeux de connecteurs doivent être classés par catégorie climatique. Celle-ci définit, de manière générale, les conditions climatiques, basses et hautes températures, chaleur humide, appropriées pour un composant. Les composants doivent être soumis au moins à un essai de froid (voir 4.5.17), un essai de chaleur sèche (voir 4.5.18) et un essai continu de chaleur humide (voir 4.5.19).

2.1.3 *Style*

The connector set style shall be defined by four elements: the fibre retention technology, the cable retention technology, the optical coupling technology and the alignment technology.

Examples of fibre retention technologies:

- adhesive fibre retention;
- crimp fibre retention.

Examples of cable retention technologies:

- adhesive cable retention;
- crimp cable retention.

Examples of optical coupling technologies:

- non-butting;
- butting;
- expanded beam.

Examples of alignment technologies:

- clearance fit alignment;
- resilient bushing alignment;
- resilient tip alignment;
- spherical alignment.

2.1.4 *Variant*

The connector set variant defines the variety of structurally similar components (see 3.2).

Examples of feature variables which create variants:

- fibre category (category A, B, ...);
- fibre type (core and cladding diameter);
- cable type and size;
- mounting scheme;
- coupling nut design (hex, knurl, etc.).

2.1.5 *Climatic category*

Connector sets shall be classified by climatic category. This category defines, in a generalized way, the climatic conditions of cold temperatures, hot temperatures and damp heat for which a component is suited. The components shall be subjected to, as a minimum, the environmental tests of cold (see 4.5.17), dry heat (see 4.5.18) and damp heat – steady state (see 4.5.19).

Les catégories climatiques doivent être exprimées sous forme de série de trois nombres, séparés par des barres obliques correspondant respectivement aux températures basses et hautes, et au nombre de jours d'exposition à la chaleur humide (essai continu) d'après lesquels les composants du connecteur ont été évalués.

- Premier nombre: deux chiffres indiquant la température ambiante minimale (– °C).
- Second nombre: trois chiffres indiquant la température ambiante maximale (+ °C). Les nombres à deux chiffres doivent être précédés du chiffre «0».
- Troisième nombre: deux chiffres indiquant le nombre des jours de chaleur humide (essai continu). Les nombres de un (1) chiffre doivent être précédés du chiffre «0».

Exemple:

Basse température –55 °C

Haute température +125 °C

21 jours de chaleur humide (essai continu)

55 / 125 / 21

On trouvera ci-dessous les valeurs préférentielles pouvant être spécifiées:

Basse température °C
– 5
– 10
– 25
– 40
– 55
– 65

Haute température °C
+ 30
+ 40
+ 55
+ 70
+ 85
+ 100
+ 125
+ 155
+ 175
+ 200

Durée de chaleur humide jours
4
10
21
56

2.1.6 Catégorie d'environnement

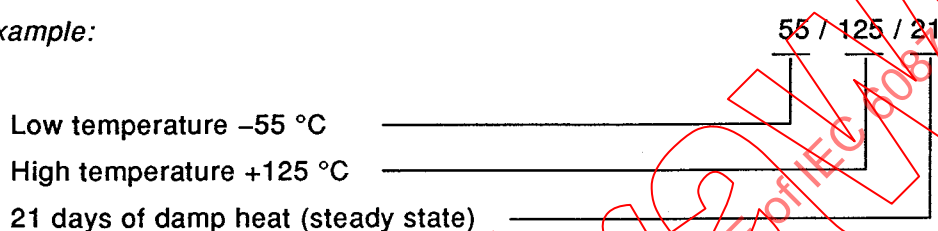
Des jeux de connecteurs doivent être classifiés par des caractéristiques d'environnement. La catégorie d'environnement d'un jeu de connecteurs définit les séquences d'essai utilisées pour l'assurance de la qualité.

Les spécifications reliées aux catégories d'environnement sont indiquées dans les spécifications particulières cadres ajoutées à ce document.

Climatic category shall be expressed by a series of three numbers separated by oblique strokes corresponding respectively to the temperatures, low and high, and the number of days of exposure to damp heat (steady state) to which the connector set components are assessed.

- First number: two digits denoting the minimum ambient temperature (– °C).
- Second number: three digits denoting the maximum ambient temperature (+ °C). Two digit values shall be prefixed by the digit "0".
- Third number: two digits denoting the number of days of damp heat (steady state). One (1) digit values shall be prefixed by the digit "0".

Example:



The following are preferred values which may be specified.

Low temperature °C
– 5
– 10
– 25
– 40
– 55
– 65

High temperature °C
+ 30
+ 40
+ 55
+ 70
+ 85
+100
+125
+155
+175
+200

Damp heat duration days
4
10
21
56

2.1.6 Environmental category

Connector sets shall be classified by environmental category(ies). The connector set environmental category(ies) defines the test sequences used for quality assessment.

Environmental category standards are given in the blank detail specifications associated with this document.

Les rédacteurs des spécifications particulières peuvent ajouter à une catégorie particulière d'environnement des essais et/ou un ensemble d'essais.

Toutefois, le rédacteur des spécifications particulières ne peut pas enlever des essais ni modifier la séquence d'une catégorie d'environnement standard.

Quand un rédacteur de spécifications particulières ajoute des essais à une catégorie, il peut donner un signe plus (+) à cette catégorie:

Exemple: Catégorie d'environnement II+
 Catégorie d'environnement V+

Les spécifications particulières cadres pour la catégorie d'environnement 99 peuvent être utilisées dans le cas où les spécifications de catégorie ne s'adaptent pas.

2.1.7 Niveau d'assurance de la qualité

Les jeux de connecteur seront classifiés par le niveau d'assurance de la qualité. Le niveau d'assurance de la qualité est indiqué par une lettre majuscule.

Les niveaux suivants pourront être utilisés:

Niveau d'assurance qualité A

- Inspection Groupe A: niveau d'inspection II, NQA = 4 %
- Inspection Groupe B: niveau d'inspection II, NQA = 4 %
- Inspection Groupe C: périodicité de 24 mois
- Inspection Groupe D: périodicité de 48 mois

Niveau d'assurance qualité B

- Inspection Groupe A: niveau de contrôle II, NQA = 1 %
- Inspection Groupe B: niveau de contrôle II, NQA = 1 %
- Inspection Groupe C: périodicité de 18 mois
- Inspection Groupe D: périodicité de 36 mois

Niveau d'assurance qualité C

- Inspection Groupe A: niveau de contrôle II, NQA = 0,4 %
- Inspection Groupe B: niveau de contrôle II, NQA = 0,4 %
- Inspection Groupe C: périodicité de 12 mois
- Inspection Groupe D: périodicité de 24 mois

Il se peut qu'un niveau d'assurance qualité supplémentaire (autre que ceux indiqués par la spécification intermédiaire) soit ajouté à la spécification particulière. La lettre majuscule X sera dans ce cas utilisée.

Detail specification writers may add tests and/or groups of tests to a particular environmental category.

However, the detail specification writer shall not remove tests nor alter the sequence of an environmental category standard.

When a detail specification writer adds tests to a specified category, the environmental category shall be given a plus (+) designation.

Example: Environmental category II +
 Environmental category V +

The blank detail specification for environmental category 99 is available for use where the category standards are not suitable.

2.1.7 *Assessment level*

Connector sets shall be classified by assessment level. Assessment level is designated by a capital letter.

The following assessment level standards may be used.

Assessment level A

- Group A inspection: inspection level II, AQL = 4 %
- Group B inspection: inspection level II, AQL = 4 %
- Group C inspection: 24-month periods
- Group D inspection: 48-month periods

Assessment level B

- Group A inspection: inspection level II, AQL = 1 %
- Group B inspection: inspection level II, AQL = 1 %
- Group C inspection: 18-month periods
- Group D inspection: 36-month periods

Assessment level C

- Group A inspection: inspection level II, AQL = 0,4 %
- Group B inspection: inspection level II, AQL = 0,4 %
- Group C inspection: 12-month periods
- Group D inspection: 24-month periods.

One additional assessment level (other than those specified in the sectional specification) may be added in the detail specification. When this is done, capital letter X shall be used.

2.2 Documents

2.2.1 Symboles

On utilisera, chaque fois que cela est possible, les symboles graphiques et les symboles littéraux de la CEI 27 et de la CEI 617.

2.2.2 Système des spécifications

Cette spécification fait partie d'un système de spécification CEI comportant quatre niveaux. Les spécifications secondaires comprennent les spécifications intermédiaires, et les spécifications particulières. Ce système est présenté au tableau 2.

Tableau 2 – Structure des spécifications CEI à quatre niveaux

Niveau des spécifications	Exemples d'informations à préciser	Applicable à:
Base	Règles du système d'assurance de la qualité Règles d'inspection Méthodes d'essais d'environnement Plans d'échantillonnage Règles d'identification Normes de marquage Normes dimensionnelles Normes terminologiques Symboles normalisés Séries numériques préférentielles Unités SI	Deux ou plusieurs familles ou sous-familles de composants
Générique	Terminologie spécifique Symboles spécifiques Unités spécifiques Valeurs préférentielles Marquage Procédures d'assurance de la qualité Méthodes d'essai et de mesure	Famille de composants (jeu de connecteurs)
Particulière-cadre	File d'essais de conformité de la qualité Exigences de contrôle Informations communes à un certain nombre de types	Groupe de composants ayant une file d'essais en commun (modèles de jeux de connecteurs)
Intermédiaire	Termes supplémentaires Méthodes d'essai supplémentaires Choix des essais Valeurs préférentielles pour: – les caractéristiques – les valeurs nominales – les sévérités des essais – les dimensions Procédures d'homologation et/ou Procédures d'aptitude	Sous-famille de composants (type de jeu de connecteurs)
Particulière	Valeurs individuelles Informations spécifiques Files d'essais de conformité de la qualité achevés	Composant individuel (variantes et modèles de jeux de connecteurs)

2.2 Documentation

2.2.1 Symbols

Graphical and letter symbols shall, whenever possible, be taken from IEC 27 and IEC 617.

2.2.2 Specification system

This specification is part of a four-level IEC specification system. Subsidiary specifications shall consist of sectional specifications and detail specifications. This system is shown in table 2.

Table 2 – Four-level IEC specification structure

Specification level	Examples of information to be included	Applicable to:
Basic	Assessment system rules Inspection rules Environmental test methods Sampling plans Identification rules Marking standards Dimensional standards Terminology standards Symbol standards Preferred number series SI units	Two or more component families or sub-families
Generic	Specific terminology Specific symbols Specific units Preferred values Marking Quality assessment procedures Test and measurement methods	Component family (connector set)
Blank detail	Quality conformance test schedule Inspection requirements Information common to a number of types	A group of components having a common test schedule (connector set styles)
Sectional	Additional terms Additional test methods Selection of tests Preferred values for: – characteristics – ratings – test severities – dimensions Qualification approval and/or Capability approval procedures	Component sub-family (connector set type)
Detail	Individual values Specific information Completed quality conformance test schedules	Individual component (connector set style and variants)

2.2.2.1 *Spécifications intermédiaires*

Les spécifications intermédiaires doivent définir les types de jeux de connecteurs (voir 2.1.1). Elles doivent contenir l'information minimale suivante:

- type (voir 2.1.1)
 - non du type;
 - configuration;
 - mécanisme de verrouillage;
 - dimensions des faces d'accouplement;
- Procédures d'assurance de la qualité (voir 2.4).

2.2.2.2 *Spécifications particulières cadre*

Les spécifications particulières cadre ne correspondent pas à un niveau de spécification en tant que tel. Elles sont ajoutées aux spécifications génériques.

Chaque spécification particulière cadre doit être limitée à une seule catégorie.

Chaque spécification particulière cadre doit contenir:

- les files d'essais minimales obligatoires et les exigences fonctionnelles;
- un ou plusieurs niveaux d'assurance de la qualité;
- le format préférentiel pour indiquer les informations nécessaires dans les spécifications particulières.

2.2.2.3 *Spécifications particulières*

Les spécifications particulières doivent donner l'information minimale suivante:

- nom du type (voir 2.1.1);
- montage (voir 2.1.2);
- variantes (voir 2.1.4);
- modèle de jeu de connecteurs (voir 2.1.3);
- catégorie climatique (voir 2.1.5);
- catégorie d'environnement (voir 2.1.6);
- niveau d'assurance de la qualité (voir 2.1.7);
- limites des dimensions tolérancées des faces d'accouplement (voir 2.2.3);
- procédure d'homologation (voir 3.3);
- numéro d'identification de la pièce pour chaque variante (voir 2.6.1);
- plans, dimensions et critères de performances nécessaires pour obtenir tous les composants de référence requis (voir 2.2.4.2);
- plans et dimensions nécessaires pour obtenir tous les calibres requis (voir 2.2.4.3);
- listes des essais d'assurance de la qualité (voir 2.1.6);
- exigences fonctionnelles (voir 2.5).

2.2.2.1 *Sectional specifications*

Sectional specifications shall define connector set types (see 2.1.1). They shall specify the following as a minimum:

- type (see 2.1.1)
 - type name;
 - configuration;
 - coupling mechanism;
 - mating face dimensions for intermateability.
- quality assessment procedures (see 2.4).

2.2.2.2 *Blank detail specifications*

Blank detail specifications are not, by themselves, a specification level. They are associated to the generic specification.

Each blank detail specification shall be limited to one environmental category.

Each blank detail specification shall contain:

- the minimum mandatory test schedules and performance requirements;
- one or more assessment levels;
- the preferred format for stating the required information in the detail specification.

2.2.2.3 *Detail specifications*

Detail specifications shall specify the following as a minimum:

- type name (see 2.1.1);
- arrangement (see 2.1.2);
- variants (see 2.1.4);
- connector set style (see 2.1.3);
- climatic category (see 2.1.5);
- environmental category (see 2.1.6);
- assessment level (see 2.1.7);
- mating face limits of tolerance dimensions (see 2.2.3);
- qualification procedure method (see 3.3);
- part identification number for each variant (see 2.6.1);
- drawings, dimensions and performance criteria necessary to produce all required reference components (see 2.2.4.2);
- drawings and dimensions necessary to produce all required gauges (see 2.2.4.3);
- quality assessment test schedules (see 2.1.6);
- performance requirements (see 2.5).

2.2.3 *Plans*

Les plans et dimensions indiqués dans les spécifications intermédiaires et particulières ne doivent pas se limiter aux détails de construction, ni être utilisés comme plans de fabrication.

2.2.3.1 *Système de projection*

On doit utiliser soit la projection en premier dièdre, soit la projection en troisième dièdre pour les plans des documents couverts par la présente spécification. Tous les plans contenus dans un document doivent utiliser le même système de projection et mentionner le système employé.

2.2.3.2 *Système dimensionnel*

Toutes les dimensions doivent être indiquées en accord avec l'ISO 129, la recommandation ISO 286 et l'ISO 1101. Le système métrique doit être utilisé dans les spécifications intermédiaires et dans les spécifications particulières. Les dimensions en pouces pourront être ajoutées dans les spécifications particulières mais pas dans les spécifications intermédiaires.

La conversion entre les systèmes d'unités doit être effectuée en accord avec l'ISO 370. Lorsque des unités sont converties, une note sera ajoutée dans chaque spécification particulière, comme suit:

NOTE - «Dimensions originales (*)»

(*) indique les millimètres ou les inches selon le cas.

Les dimensions comprendront au maximum cinq décimales significatives.

2.2.3.3 *Compatibilité*

La compatibilité doit être définie dans les spécifications intermédiaires.

2.2.4 *Mesures*

2.2.4.1 *Méthode de mesure*

La méthode de mesure utilisée doit être indiquée dans la spécification concernée pour les dimensions spécifiées, avec une zone de tolérance totale de 0,01 mm (0,0004 in) ou moins (voir annexe A).

2.2.4.2 *Composants de référence*

Les composants de référence doivent être, si nécessaire, spécifiés dans la spécification concernée.

2.2.4.3 *Calibres*

Les calibres doivent être, si nécessaires, spécifiés dans la spécification concernée.

2.2.3 Drawings

The drawings and dimensions given in sectional and detail specifications shall not restrict details of construction nor shall they be used as manufacturing drawings.

2.2.3.1 Projection system

Either first angle or third angle projection shall be used for the drawings in documents covered by this specification. All drawings within a document shall use the same projection system and the drawings shall state which system is used.

2.2.3.2 Dimensional system

All dimensions shall be given in accordance with ISO 129, ISO Recommendation 286 and ISO 1101. The metric system shall be used in sectional specifications and detail specifications. Inch dimensions may be added in detail specifications but not in sectional specifications.

Conversion between systems of units shall be according to ISO 370. When units are converted, a note shall be added in each detail specification reading:

NOTE - "Controlling dimensions: (*)".

where (*) indicates millimetres or inches to be entered as applicable.

Dimensions shall not contain more than five significant digits.

2.2.3.3 Intermateability

The intermateability shall be defined in the sectional specification.

2.2.4 Measurements

2.2.4.1 Measurement method

The size measurement method to be used shall be specified in the relevant specification for dimensions which are specified within a total tolerance zone of 0,01 mm (0,0004 in) or less (see annex A).

2.2.4.2 Reference components

Reference components, if required, shall be specified in the relevant specification.

2.2.4.3 Gauges

Gauges, if required, shall be specified in the relevant specification.

2.2.5 *Fiches techniques d'essai*

Des fiches techniques d'essai doivent être préparées pour chaque essai effectué dans le cadre d'une spécification particulière. Les fiches techniques d'essai seront incluses dans le rapport d'homologation (voir 3.3.10) et dans le Rapport d'inspection périodique (voir 3.4.2.6).

Les fiches techniques d'essai doivent donner au minimum les informations suivantes:

- le nom et la date de l'essai;
- la description du spécimen, type de fibre compris. La description comprendra également le numéro d'identification de la variante (voir 2.6.1);
- le dispositif d'essai utilisé et la date de la dernière mesure;
- tous les détails de l'essai appropriés;
- toutes les valeurs et les observations relatives aux mesures;
- des documents suffisamment détaillés pour conserver une trace des informations aux fins de l'analyse des défaillances (voir 3.3.8 et 3.4.2.5).

2.2.6 *Instructions d'emploi*

Les instructions d'emploi doivent être fournies par le fabricant et comprendre:

- les instructions de montage et de raccordement;
- la méthode de nettoyage;
- toute autre information nécessaire.

2.3 **Conception et fabrication**

2.3.1 *Matériaux*

2.3.1.1 *Résistance à la corrosion*

Tous les matériaux utilisés pour la fabrication des jeux de connecteurs doivent être résistants à la corrosion ou subir le traitement de surface approprié pour satisfaire aux conditions de la spécification particulière.

2.3.1.2 *Matériaux non inflammables*

Lorsque des matériaux non inflammables sont requis, ceci sera précisé par la spécification en vigueur et il conviendra de se référer à la CEI 695-2-2.

2.3.2 *Exécution*

Les composants et matériels associés doivent être de qualité de fabrication égale et exempts d'arêtes vives, de bavures ou de toute autre défectuosité susceptible d'affecter leur durée de vie, leur efficacité ou leur aspect. On veillera particulièrement au soin et à la minutie apportés au marquage, à la protection, au soudage, à la métallisation, etc.

2.4 **Qualité**

Les composants des jeux de connecteurs doivent être contrôlés par les procédures d'assurance de la qualité de la section 3. Les méthodes de mesure et d'essai de la section 4 doivent être utilisées, si nécessaire, pour le contrôle de la qualité.

2.2.5 Test data sheets

Test data sheets shall be prepared for each test conducted to a detail specification. The data sheets shall be included in the qualification report (see 3.3.10) and in the periodic inspection report (see 3.4.2.6).

Data sheets shall contain the following information as a minimum:

- title of test and date;
- specimen description including the type of fibre. The description shall also include the variant identification number (see 2.6.1);
- test equipment used and date of latest calibration;
- all applicable test details;
- all measurement values and observations;
- sufficiently detailed documentation to provide traceable information for failure analysis (see 3.3.8 and 3.4.2.5).

2.2.6 Instructions for use

Instructions for use shall be given by the manufacturer and shall consist of:

- assembly and termination instructions;
- cleaning method;
- additional information as necessary.

2.3 Design and construction

2.3.1 Materials

2.3.1.1 Corrosion resistance

All materials used in the construction of connector sets shall be corrosion resistant or suitably finished to meet the requirements of the detail specification.

2.3.1.2 Non-flammable materials

When non-flammable materials are required, the requirement shall be specified in the relevant specification and IEC 695-2-2 shall be referenced.

2.3.2 Workmanship

Components and associated hardware shall be manufactured to a uniform quality and shall be free of sharp edges, burrs or other defects that will affect life, serviceability or appearance. Particular attention shall be given to neatness and thoroughness of marking, plating, soldering, bonding, etc.

2.4 Quality

Connector set components shall be controlled by the quality assessment procedures of section 3. The measurement and test procedures of section 4 shall be used, as applicable, for quality assessment.

2.5 Performances

Les jeux de connecteurs doivent satisfaire aux exigences fonctionnelles indiquées dans la spécification particulière.

2.6 Identification et marquage

Les composants ainsi que les matériels et emballages associés doivent être lisiblement et durablement identifiés et marqués quand cela est indiqué dans la spécification particulière.

2.6.1 Numéro d'identification de la variante

Un numéro d'identification doit être attribué à chaque variante d'une spécification particulière. Ce numéro comprendra le numéro affecté à la spécification particulière, suivi d'un numéro de quatre chiffres précédé d'un tiret et la lettre désignant le niveau d'assurance de la qualité. Le premier chiffre du nombre précédé d'un tiret sera attribué de manière séquentielle à chaque type de composant couvert par la spécification particulière. Les trois derniers chiffres seront affectés de manière séquentielle à chaque variante du composant.

Exemple:

QC 210101/US0001-1 001 A

Numéro de la spécification particulière

Type de composant

Variante

Niveau d'assurance de la qualité

2.6.2 Marquage des composants

Le marquage des composants doit, si nécessaire, être précisé dans la spécification particulière. L'ordre préférentiel de marquage est le suivant:

- 1) marque d'identification du fabricant;
- 2) code date de fabrication;
- 3) numéro de pièce du fabricant;
- 4) numéro d'identification de la variante.

2.6.3 Marquage de l'emballage

Lorsqu'il est nécessaire, le marquage de l'emballage doit être précisé dans la spécification particulière. L'ordre préférentiel de marquage est:

- 1) marque d'identification du fabricant;
- 2) numéro de pièce du fabricant;
- 3) code date de fabrication (année/semaine, voir ISO 2015);
- 4) numéro(s) d'identification de la variante (voir 2.6.1);
- 5) nom de la famille (voir 2.1.1);
- 6) niveau d'assurance de la qualité;
- 7) catégorie d'environnement;
- 8) tout marquage supplémentaire requis par la spécification en vigueur.

2.5 Performance

Connector sets shall meet the performance requirements specified in the detail specification.

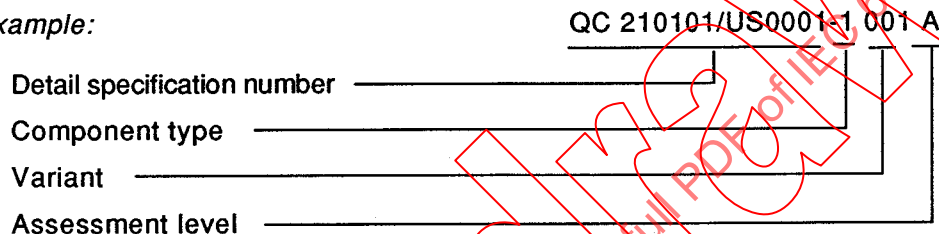
2.6 Identification and marking

Components, associated hardware and packages shall be permanently and legibly identified and marked when required by the detail specification.

2.6.1 Variant identification number

Each variant in a detail specification shall be assigned a variant identification number. The number shall consist of the number assigned to the detail specification followed by a four-digit dash number and a letter designating the assessment level. The first digit of the dash number shall be sequentially assigned to each component type covered by the detail specification. The last three digits shall be sequentially assigned to each variant of the component.

Example:



2.6.2 Component marking

Component marking, if required, shall be specified in the detail specification. The preferred order of marking is:

- 1) manufacturer's identification mark;
- 2) manufacturing date code;
- 3) manufacturer's part number;
- 4) variant identification number.

2.6.3 Package marking

Package marking, if required, shall be specified in the detail specification. The preferred order of marking is:

- 1) manufacturer's identification mark;
- 2) manufacturer's part number;
- 3) manufacturing date code (year/week, see ISO 2015);
- 4) variant identification number(s) (see 2.6.1);
- 5) family name (see 2.1.1);
- 6) assessment level;
- 7) environmental category;
- 8) any additional marking required by the relevant specification.

Si nécessaire, les emballages unitaires individuels (à l'intérieur d'un emballage scellé) doivent porter le numéro de référence du rapport certifié des lots acceptés, le code d'identification de l'unité de fabrication et l'identification du composant.

2.7 Emballage

Les emballages doivent comporter des instructions d'emploi si cela est requis par la spécification en vigueur (voir 2.2.6).

2.8 Conditions de stockage

Quand des produits périssables à court terme, tels que les colles, sont fournis avec les différentes parties du connecteur dans l'emballage, le fabricant doit indiquer sur les produits la date de péremption (année et semaine selon l'ISO 2015) ainsi que toutes recommandations, précautions d'emploi ou conditions d'environnement pour le stockage.

2.9 Sécurité

Dans un système ou équipement de transmission par fibre optique, un connecteur optique dont l'extrémité de la fibre n'est pas protégée par un bouchon ou est en l'air, peut émettre des radiations potentiellement dangereuses.

Les fabricants des connecteurs doivent fournir des informations suffisantes pour prévenir les projecteurs des systèmes et les usagers des connecteurs du danger potentiel et indiquer les précautions nécessaires et les méthodes d'assemblage.

Toute spécification particulière doit aussi comprendre l'information suivante:

AVERTISSEMENT

Quand l'on manie des fibres optiques de petit diamètre, faire attention à ne pas se piquer, en particulier près des yeux. La vue directe de l'extrémité d'une fibre optique ou d'un connecteur pour fibres optiques quand ils diffusent de l'énergie n'est pas conseillée à moins de s'être assuré que le niveau de sortie de l'énergie rentre dans les limites de sécurité.

Se référer au document en vigueur sur la sécurité, CEI 825.

SECTION 3: PROCÉDURES D'ASSURANCE DE LA QUALITÉ

Les procédures d'assurance de la qualité et de livraison des composants comprennent:

- les procédures d'homologation (voir 3.3);
- le contrôle de conformité de la qualité (voir 3.4).

3.1 Etape initiale de fabrication

L'étape initiale de fabrication des jeux de connecteurs couverts par la présente spécification est définie comme suit:

When applicable, individual unit packages (within the sealed package) shall be marked with the reference number of the certified record of released lots, the manufacturer's factory identity code and the component identification.

2.7 Packaging

Packages shall include instructions for use when required by the relevant specification (see 2.2.6).

2.8 Storage conditions

Where short-term degradable materials, such as adhesives, are supplied with the package of connector parts, the manufacturer shall mark these with the expiry date (year and week numbers, see ISO 2015) together with any requirements or precautions concerning safety hazards or environmental conditions for storage.

2.9 Safety

Optical fibre connectors, when used on an optical fibre transmission system and/or equipment, may emit potentially hazardous radiation from an uncapped or unterminated output port or fibre end.

The connector manufacturers shall make available sufficient information to alert system designers and connector users about the potential hazard and shall indicate the required precautions and working practices.

In addition, each detail specification shall include the following:

WARNING NOTE

Care should be taken when handling small diameter optical fibres to prevent puncturing the skin, especially in the eye area. Direct viewing of the end of an optical fibre or an optical fibre connector when it is propagating energy, is not recommended unless prior assurance has been obtained as to the safe energy output level.

Reference shall be made to IEC 825, the relevant document on safety.

SECTION 3: QUALITY ASSESSMENT PROCEDURES

Procedures for quality assessment and release of components consist of:

- qualification approval procedures (see 3.3);
- quality conformance inspection (see 3.4).

3.1 Primary stage of manufacture

The primary stage of manufacture for connector set components covered by this specification is defined as:

Stade de fabrication où les pièces constituant le(s) composant(s) individuel(s) sont rassemblées pour former le produit défini dans la spécification particulière.

Il est possible de sous-traiter l'étape initiale et les étapes ultérieures de la fabrication, en accord avec le point c) de 11.2.1 de la CEI QC 001002.

3.2 Similitude de construction

Le groupement de composants de modèles associables aux fins d'homologation et d'inspection de conformité de la qualité est prescrit dans les limites suivantes.

Les composants de modèles associables doivent:

- présenter des faces d'accouplement de dimensions similaires;
- être fabriqués à partir de matériaux fondamentalement identiques;
- être fabriqués selon une conception fondamentalement identique;
- être fabriqués selon des procédés et des méthodes fondamentalement identiques;
- utiliser la même technologie de rétention de la fibre (voir 2.1.3);
- utiliser la même technologie de rétention du câble (voir 2.1.3);
- utiliser la même technique de couplage optique (voir 2.1.3);
- utiliser la même technique d'alignement (voir 2.1.3);

Ils peuvent:

- accepter des dimensions de fibre différentes;
- accepter des dimensions de câble différentes.

Le groupement spécifique de composants de modèles associables aux fins d'homologation et du contrôle de conformité de la qualité doit être approuvé par l'Organisme National de Surveillance.

3.3 Procédure d'homologation

Les procédures d'homologation sont spécifiées dans la présente norme et dans la spécification en vigueur.

Les fabricants peuvent homologuer des jeux de connecteurs complets ou des composants individuels.

Les fabricants doivent:

- se conformer aux exigences générales de l'article 11 de la CEI QC 001002;
- se conformer aux exigences de performances de l'étape initiale de fabrication (voir 3.1) pour les composants à homologuer;
- fournir des résultats d'essais démontrant le bon déroulement des procédures d'homologation.

Les procédures de 3.3.1 et 3.3.2 constituent d'autres méthodes d'homologation, tel que prescrit en 11.3.1 de la CEI QC 001002. La spécification particulière précisera laquelle de ces méthodes doit être utilisée.

The manufacturing stage when the parts which make up the individual component(s) are aggregated into the product defined in the detail specification.

Sub-contracting of the primary stage and subsequent stages is permitted under the terms of item c) of 11.2.1 of IEC QC 001002.

3.2 Structural similarity

The grouping of structurally similar components for the purpose of qualification approval and quality conformance inspection is prescribed by the following boundary limits.

Structurally similar components shall:

- have identical mating face dimensions;
- be manufactured from essentially the same materials;
- be manufactured to essentially the same design;
- be manufactured utilizing essentially the same processes and methods;
- utilize the same fibre retention technology (see 2.1.3);
- utilize the same cable retention technology (see 2.1.3);
- utilize the same optical coupling technique (see 2.1.3);
- utilize the same alignment technique (see 2.1.3).

They may:

- accept various fibre sizes;
- accept various cable sizes.

The specific grouping of structurally similar components for the purpose of qualification approval and quality conformance testing shall be approved by the National Supervising Inspectorate.

3.3 Qualification approval procedures

Qualification approval procedures are specified herein and in the relevant specification.

Manufacturers may qualify complete connector sets or individual components.

Manufacturers shall:

- comply with the general requirements of clause 11 of IEC QC 001002;
- comply with the requirements for the performance of the primary stage of manufacture (see 3.1) for the components to be qualified;
- produce test evidence showing successful completion of the qualification test procedures.

The procedures of 3.3.1 and 3.3.2 are alternative methods for qualification as prescribed in 11.3.1 of IEC QC 001002. The detail specification shall specify which procedure is to be used.

3.3.1 *Procédure d'échantillonnage fixe*

La procédure d'échantillonnage fixe consiste à soumettre un échantillon de spécimens à la séquence d'essai d'homologation d'échantillon fixe, tel que prescrit par la spécification particulière. L'échantillon doit être prélevé dans la production courante.

3.3.2 *Procédure de contrôle lot par lot et de contrôle périodique*

La procédure de contrôle lot par lot et de contrôle périodique consiste à effectuer des contrôles lot par lot sur un nombre spécifié de lots d'inspection (trois lots au minimum) prélevés sur un intervalle de temps aussi court que possible. Les essais périodiques seront ensuite effectués sur les échantillons prélevés sur au moins un des lots.

Les échantillons doivent être ensuite prélevés sur des lots suivant la CEI 410. Une inspection normale doit être effectuée mais quand le nombre d'échantillons est si faible que l'acceptation serait basée sur zéro défectueux, des spécimens supplémentaires doivent être prélevés pour obtenir une quantité d'échantillons suffisante pour un niveau d'acceptation égal à un défectueux.

3.3.3 *Spécimens d'homologation*

Pour l'homologation simultanée de tous les composants d'un jeu de connecteurs, le spécimen d'homologation doit être un jeu de connecteurs complet. Le ou les connecteurs pour fibres optiques doivent être une variante prévue pour le diamètre de coeur optique le plus faible dans la gamme des composants de modèles associables à qualifier.

Pour l'homologation individuelle des composants, le spécimen doit être un jeu de connecteurs complet comprenant le ou les composants à qualifier et composants complémentaires. Quand le composant à qualifier individuellement est un connecteur pour fibres optiques, il doit être une variante prévue pour le diamètre de coeur optique le plus faible dans la gamme des composants de modèles associables à qualifier. Quand le composant à qualifier individuellement est un raccord, le ou les composants complémentaires doivent être une variante prévue pour la gamme des variantes indiquées dans la spécification particulière.

Les spécimens doivent être des unités produites avec le matériel et les procédures utilisés dans la production courante.

3.3.4 *Composant complémentaire*

Les composants complémentaires doivent répondre aux exigences de la spécification particulière.

Le fabricant n'est pas obligé d'effectuer l'étape initiale de fabrication des composants complémentaires (voir 3.3).

Toutefois, le fabricant est responsable des défaillances qui peuvent se produire pendant l'essai ou le contrôle.

3.3.5 *Nombre d'échantillons*

Le nombre d'échantillons requis pour l'homologation de la procédure d'échantillonnage fixe doit être précisé par la spécification particulière.

3.3.1 *Fixed sample procedure*

The fixed sample procedure consists of subjecting a sample of specimens to the fixed sample qualification test sequence as specified in the detail specification. The sample shall be drawn from current production.

3.3.2 *Lot-by-lot and periodic procedure*

The lot-by-lot and periodic procedure consists of performing the lot-by-lot inspections on a specified number of inspection lots (a minimum of three) taken in as short a time as possible. The periodic tests are then performed on samples selected from at least one of the lots.

Samples shall be selected from the lots in accordance with IEC 410. Normal inspection shall be used, but when the sample size is so small that acceptance based on zero defects is implied, additional specimens shall be taken to meet the sample size requirements for acceptance on one defect.

3.3.3 *Qualifying specimen*

When simultaneously qualifying all components of a set, the qualifying specimen shall be a complete connector set. The optical fibre connector(s) shall be a variant for the smallest fibre core diameter within the range of structurally similar components being qualified.

When separately qualifying an individual component, the specimen shall be a complete connector set consisting of the component(s) being qualified and counterpart component(s). When the component being individually qualified is an optical fibre connector, it shall be a variant for the smallest fibre core diameter within the range of structurally similar components being qualified. When the component being individually qualified is an adaptor connector, the counterpart component(s) shall be a variant for the smallest fibre core diameter within the range of variants specified in the detail specification.

The components being qualified shall be units produced with equipment and procedures used in current production.

3.3.4 *Counterpart component*

Counterpart components shall meet the applicable requirements of the detail specification.

The requirement for the manufacturer to perform the primary stage of manufacture is waived for the counterpart components (see 3.3).

However, the manufacturer is responsible for failures which may occur during testing or inspection.

3.3.5 *Sample size*

The detail specification shall specify the sample size for qualification approval by the fixed sample procedure.

Après achèvement des essais de Groupe «0» pour une catégorie d'environnement particulière, les spécimens des autres groupes doivent être prélevés au hasard dans les spécimens de Groupe «0».

En outre, on doit fournir un spécimen de chaque variante de composant à qualifier pour les modèles associables.

3.3.6 *Préparation des spécimens*

La vérification en vigueur doit préciser les dimensions, types et longueurs de fibre/câble à utiliser. Les spécimens doivent être montés en accord avec les instructions d'emploi du fabricant (voir 2.2.6).

3.3.7 *Essai d'homologation*

Les spécimens d'homologation doivent satisfaire aux exigences fonctionnelles de la spécification en vigueur.

3.3.8 *Défaillances d'homologation*

Les fabricants doivent immédiatement aviser l'organisme national de surveillance (ONS) d'une défaillance lors d'un essai d'homologation. Si l'ONS décide que cette défaillance n'est pas justifiée et corrigée de manière adéquate, le contrôleur du fabricant pourra être chargé d'effectuer une analyse formelle de défaillance, une fois celle-ci achevée, le fabricant doit préparer et soumettre un rapport de défaillance à l'ONS. Les rapports de défaillance doivent décrire la défaillance et sa cause, et les mesures à prendre.

Tous les rapports de défaillance, y compris les directives de l'ONS doivent être inclus dans le rapport d'homologation (voir 3.3.10).

Une ou plusieurs défaillances non résolues peuvent entraîner le refus de délivrer l'homologation.

3.3.9 *Maintenance des homologations*

L'homologation des composants doit être maintenue à jour en apportant régulièrement la preuve de la conformité aux exigences de qualité, comme spécifié en 3.4.

L'homologation doit être vérifiée dans le ou les cas suivants:

- le programme de production est tel que les essais périodiques ne peuvent être effectués à la fréquence prescrite;
- la conformité des composants à l'homologation initiale est douteuse, par exemple les modifications techniques peuvent modifier potentiellement les caractéristiques du composant;
- la spécification a fait l'objet d'une modification.

L'homologation doit être vérifiée en utilisant les procédures définies en 11.5.3 et 11.5.4 de la CEI QC 001002.

Following completion of the group "0" tests for a particular environmental category, the specimens for the other groups shall be randomly selected from the group "0" samples.

In addition, one specimen of each component to be qualified by structural similarity shall be provided.

3.3.6 *Preparation of specimens*

The relevant specification shall specify the fibre/cable sizes, types and lengths to be used. Specimens shall be assembled according to the manufacturer's instructions for use (see 2.2.6).

3.3.7 *Qualification testing*

Qualification specimens shall meet the performance requirements given in the relevant specification.

3.3.8 *Qualification failures*

Manufacturers shall immediately notify the National Supervising Inspectorate (NSI) when a failure occurs during qualification testing. If the NSI determines that the failure has not been adequately explained and corrected, the manufacturer's chief inspector may be directed to conduct a formal failure analysis. When complete, the manufacturer shall prepare and submit a failure report to the NSI. Failure reports shall describe the failure and its cause along with recommended corrective action to be taken. The NSI shall then decide the steps to be taken.

All failure reports, including the directions of the NSI, shall be included in the qualification approval report (see 3.3.10).

One or more unresolved failures shall be cause for refusal to grant qualification approval.

3.3.9 *Maintenance of qualification approval*

Qualification approval shall be maintained for components by continuously submitting them to the quality conformance requirements as specified in 3.4.

Qualification approval shall be verified if any of the following conditions exist:

- the production program is such that the periodic tests cannot be carried out at the specified frequency;
- the conformity of the components to the initial qualification approval is doubtful. For example, technical modifications may potentially change the performance of the component;
- a change has been made to the specification.

Qualification approval shall be verified by the procedures defined in 11.5.3 and 11.5.4 of IEC QC 001002.

3.3.10 *Rapport d'homologation*

Les résultats des essais d'homologation doivent être consignés dans le rapport d'homologation, en accord avec le 11.3 de la CEI QC 001002.

3.4 **Contrôle de conformité de la qualité**

Le contrôle de conformité de la qualité comprend les inspections périodiques lot par lot indiquées dans la présente spécification et dans la spécification particulière.

Les fabricants doivent se conformer aux prescriptions générales des règles et procédures régissant l'inspection de conformité qualité des composants (article 12 de la CEI QC 001002).

Les files d'inspection périodique lot par lot doivent spécifier les groupements et être établies en accord avec le 12.3 de la CEI QC 001002.

3.4.1 *Contrôle lot par lot*

Le contrôle lot par lot consiste à soumettre un échantillon de spécimens aux essais des groupes A et B indiqués dans la spécification particulière.

Les spécimens doivent être prélevés sur un lot de contrôle en accord avec le plan d'échantillonnage spécifié. Ils doivent être prélevés au hasard, sans tenir compte de leur qualité.

Des essais de composants en cours de fabrication, sans rapport avec le nombre d'échantillons des éléments finis, peuvent remplacer le contrôle des composants du produit fini.

3.4.1.1 *Constitution des lots d'inspection*

Un lot d'inspection peut comprendre un lot de production ou plusieurs lots rassemblés avec les garanties suivantes:

- les lots d'inspection doivent être constitués de lots de production de modèles associables (voir 3.2);
- la période durant laquelle les lots de production ont été rassemblés ne doit pas excéder un mois.

Le plan de constitution des lots de production en lots d'inspection doit être approuvé par l'Organisme National de Surveillance.

3.4.1.2 *Lots refusés*

Les spécimens jugés défectueux lors des essais lot par lot doivent être traités suivant les prescriptions de 12.4.1 de la CEI QC 001002. Les lots rejetés peuvent être usinés à nouveau afin de corriger ou d'éliminer les défauts constatés. Les lots réparés doivent ensuite être soumis à un contrôle renforcé. Ils doivent être séparés des nouveaux lots et clairement identifiés comme étant des lots réinspectés.

3.3.10 *Qualification report*

Qualification testing results shall be recorded in a qualification approval report in accordance with 11.3 of IEC QC 001002.

3.4 *Quality conformance inspection*

Quality conformance inspection consists of the lot-by-lot and periodic inspections specified herein and in the detail specification.

Manufacturers shall comply with the general requirements of the rules and procedures governing quality conformance inspection of components (clause 12 of IEC QC 001002).

Lot-by-lot and periodic inspection schedules shall specify the groupings and shall be established in accordance with 12.3 of IEC QC 001002.

3.4.1 *Lot-by-lot inspection*

Lot-by-lot inspection consists of subjecting a sample of specimens to the groups A and B tests specified in the detail specification.

Specimens shall be drawn from each inspection lot in accordance with the specified sampling plan. They shall be drawn in a random fashion without regard to their quality.

In-process controls of component parts, unrelated to lot sizes of finished units, may be used for inspection in lieu of examination of these components in the finished product.

3.4.1.1 *Formation of inspection lots*

An inspection lot may consist of one production lot or of several lots which have been aggregated under the following safeguards:

- inspection lots shall consist of structurally similar production lots (see 3.2);
- the period over which the production lots were aggregated shall not exceed one month.

The plan for the aggregation of production lots into inspection lots shall be approved by the National Supervising Inspectorate.

3.4.1.2 *Rejected lots*

Specimens found defective during lot-by-lot testing shall be treated in accordance with the requirements of 12.4.1 of IEC QC 001002. Rejected lots may be reworked to correct the defects or to screen them out. The reworked lot shall then be submitted for re-inspection using tightened inspection. They shall be separated from new lots and shall be clearly identified as reinspected lots.

3.4.2 *Contrôle périodique*

Le contrôle périodique consiste à soumettre un échantillon de spécimens aux essais des groupes C et D prescrits par la spécification particulière. Chaque groupe d'essais doit être effectué suivant la périodicité indiquée pour le niveau d'assurance de qualité applicable (voir 2.1.7). Les périodicités seront synchronisées de sorte que le contrôle du groupe D se substitue au contrôle du groupe C pendant les essais de groupe D.

3.4.2.1 *Spécimens pour le contrôle périodique*

Pour le contrôle périodique des composants qui ont été qualifiés simultanément comme ensemble, le spécimen doit être un jeu de connecteurs complet. Les composants doivent être de la même variante que celle utilisée pour l'homologation.

Pour le contrôle périodique de composants qui ont été qualifiés individuellement, le spécimen doit être un jeu de connecteurs complet comprenant le ou les composants à contrôler et le ou les composants complémentaires (voir 3.3.4). Les composants à qualifier et les composants complémentaires doivent être de la même variante que celle utilisée pour l'homologation.

Les composants à contrôler doivent être des unités produites avec le matériel et les procédures utilisés dans la production courante.

3.4.2.2 *Nombre d'échantillons*

La spécification particulière doit indiquer le nombre d'échantillons pour l'inspection périodique.

Les spécimens doivent être des jeux complets de connecteurs d'une variante prévue pour le diamètre de cœur optique le plus faible dans la gamme des composants de modèles associables à qualifier. Les spécimens doivent être prélevés sur des lots de contrôle satisfaisant aux exigences du contrôle lot par lot de 3.4.1, pendant l'intervalle de temps écoulé depuis le dernier contrôle périodique.

Après l'achèvement des essais de groupe «CO» ou «DO» pour une catégorie d'environnement particulière, les spécimens des autres groupes doivent être prélevés au hasard sur les échantillons des groupes «CO» et «DO».

En outre, on doit fournir un spécimen de chaque variante de composant à contrôler pour les modèles associables.

3.4.2.3 *Préparation des spécimens*

La spécification en vigueur doit spécifier les dimensions, types et longueur de fibre/câble à utiliser. Les spécimens doivent être montés en accord avec les instructions d'emploi du fabricant (voir 2.2.6).

3.4.2.4 *Contrôle périodique*

Les spécimens de contrôle périodique doivent répondre aux exigences fonctionnelles indiquées dans la spécification en vigueur.

3.4.2 *Periodic inspection*

Periodic inspection consists of subjecting a sample of specimens to the groups C and D tests specified in the detail specification. Each group shall be conducted at the period specified for the relevant assessment level (see 2.1.7). The periods shall be maintained relative to each other so that the group D inspection replaces the group C inspection at the group D period.

3.4.2.1 *Periodic inspection specimen*

When periodically inspecting components which were simultaneously qualified as a set, the specimen shall be a complete connector set. The components shall be the same variants which were used for qualification.

When periodically inspecting components which were separately qualified, the specimen shall be a complete connector set consisting of the component(s) being inspected and counterpart component(s) (see 3.3.4). The components being qualified and the counterpart components shall be the same variants which were used for qualification.

The components being inspected shall be units produced with equipment and procedures used in current production.

3.4.2.2 *Sample size*

The detail specification shall specify the sample size for periodic inspection.

The specimens shall be complete connector sets of a variant for the smallest fibre core diameter within the range of structurally similar components to be inspected. The specimens shall be selected from inspection lots which satisfied the lot-by-lot inspections of 3.4.1 during the time since the previous periodic inspection.

Following completion of the group "CO" or "DO" tests for a particular environmental category, the specimens for the other groups shall be randomly selected from the group "CO" or "DO" samples.

In addition, one specimen of each component variant to be inspected by structural similarity shall be provided.

3.4.2.3 *Preparation of specimens*

The relevant specification shall specify the fibre/cable sizes, types and lengths to be used. Specimens shall be assembled according to the manufacturer's instructions for use (see 2.2.6).

3.4.2.4 *Periodic inspection*

Periodic inspection specimens shall meet the performance requirements given in the relevant specification.

3.4.2.5 Défaillances détectées lors des contrôles périodiques

Les défaillances doivent être traitées suivant les procédures de 3.3.8.

Si un spécimen ne satisfait pas aux exigences d'un essai périodique, le contrôleur du fabricant doit immédiatement appliquer les prescriptions de 12.6 de la CEI QC 001002.

Une ou plusieurs défaillances non résolues peuvent entraîner l'annulation de l'homologation.

3.4.2.6 Rapport de contrôle périodique

Les résultats des essais périodiques doivent être mis à jour, en accord avec les prescriptions de 12.4.2 de la CEI QC 001002.

3.5 Certificat de conformité des lots livrés

Les spécifications particulières doivent spécifier si un certificat de conformité des lots livrés est requis. Le cas échéant, ce certificat doit être préparé en accord avec l'article 14 de la CEI QC 001002 et contenir au minimum les informations suivantes:

- informations sur les attributs (c'est-à-dire nombre de composants testés et nombre de composants défectueux) pour les essais dans les sous-groupes couverts par l'inspection périodique sans référence au paramètre à l'origine du rejet;
- information sur les variables pour la modification de performances optiques après l'essai d'endurance tel que prescrit par la spécification intermédiaire.

3.6 Livraisons différées

Les composants livrés qui ont été conservés plus de deux ans après émission du certificat de conformité doivent être réexaminés avant la livraison sauf indication contraire précisée dans la spécification relative. La procédure de réexamen doit être recommandée par le fabricant et approuvée par l'Organisme National de Surveillance. Les produits réinspectés peuvent être restockés pendant une autre période spécifiée.

NOTE - Lorsque des matériaux dégradables à court terme, tels que les adhésifs, sont fournis avec l'emballage des éléments du connecteur, le fabricant doit porter sur ces matériaux la date d'expiration (année et numéro de semaine – voir ISO 2015), ainsi que toutes les prescriptions ou précautions concernant les risques sanitaires ou d'environnement du stockage.

3.7 Livraisons autorisées avant la fin des essais de groupe B

Quand les conditions de la CEI 410 permettant de passer à l'inspection réduite ont été remplies pour tous les essais du groupe B, le fabricant est autorisé à livrer des composants avant l'achèvement de ces essais.

3.8 Autres méthodes d'essai

Des méthodes d'essai autres que celles spécifiées dans la spécification en vigueur sont utilisables. Cependant, le fabricant doit donner toute assurance à l'organisme national de surveillance que les méthodes différentes qu'il utilisera donneront des résultats équivalents à ceux obtenus par les méthodes spécifiées. En cas de contestation, seules les méthodes spécifiées doivent être utilisées aux fins de référence et arbitrage.

3.4.2.5 *Periodic inspection failures*

Failures shall be treated according to the procedures of 3.3.8.

If a specimen fails to satisfy the requirements of a periodic test, the manufacturer's chief inspector shall immediately initiate the requirements of 12.6 of IEC QC 001002.

One or more unresolved failures shall be cause to withdraw qualification approval.

3.4.2.6 *Periodic inspection report*

Periodic testing results shall be maintained in accordance with the requirements of 12.4.2 of IEC QC 001002.

3.5 **Certified records of released lots**

Detail specifications shall specify if a certified record of released lots is required. When required, the record shall be prepared in accordance with clause 14 of IEC QC 001002 and contain the following information as a minimum:

- attribute information (i.e. number of components tested and number of defective components) for tests in the sub-groups covered by periodic inspection without reference to the parameter for which rejection was made;
- variable information for the change of optical performance after the endurance test, as required in the sectional specification.

3.6 **Delayed deliveries**

Released components which have been in store for a period longer than two years, unless otherwise specified in the relevant specification, following the release of the lot shall be re-examined before delivery. The re-examination procedure shall be recommended by the manufacturer and be approved by the National Supervising Inspectorate. Re-inspected product may be placed back into stores for another specified period.

NOTE - Where short-term degradable materials, such as adhesives, are supplied with the package of connector parts, the manufacturer shall mark these with the expiry date (year and week number - see ISO 2015) together with any requirements or precautions concerning hazards or environmental conditions for storage.

3.7 **Delivery release before completion of group B tests**

When the conditions of IEC 410 for changing to reduced inspection have been satisfied for all group B tests, the manufacturer is permitted to release components before completion of these tests.

3.8 **Alternative test methods**

Alternative test methods to those specified in the relevant specification may be used. However, the manufacturer shall satisfy the National Supervising Inspectorate that the alternative method will give results equivalent to those obtained by the methods specified. In case of dispute, only the test method specified in the relevant specification shall be used.

3.9 Paramètres non vérifiés

Seuls les paramètres qui ont été spécifiés dans la spécification particulière et qui font l'objet d'essais peuvent être censés respecter certaines limites spécifiées. Il ne sera pas présumé que tout paramètre non spécifié est uniforme et inchangé d'un composant à l'autre. S'il devient nécessaire de contrôler des paramètres autres que ceux spécifiés, alors une nouvelle spécification particulière plus détaillée doit être rédigée et employée. Les méthodes d'essais supplémentaires doivent être décrites avec précision et les limites des caractéristiques fonctionnelles appropriées et des niveaux d'assurance de la qualité spécifiés.

SECTION 4: MÉTHODES DE MESURE ET ESSAIS CLIMATIQUES D'ENVIRONNEMENT

4.1 Conditions normales

Les conditions atmosphériques normales, y compris le temps de reprise pour les spécimens, de la CEI 68-1 sont applicables. La spécification en vigueur doit spécifier les procédures de préconditionnement et de reprise.

4.2 Spécimens

Les spécimens, y compris la fibre ou le câble à utiliser, doivent être définis dans la spécification en vigueur.

4.3 Nettoyage des surfaces optiques

Le nettoyage des surfaces optiques est autorisé au titre des opérations de préconditionnement et de reprise des essais, sauf indication contraire précisée dans la spécification particulière. Le nettoyage doit être effectué en accord avec les conditions des instructions d'emploi (voir 2.2.6).

4.4 Méthodes de mesure

Les procédures de mesure à utiliser pour l'assurance de la qualité doivent être sélectionnées de préférence dans le tableau 3.

Tableau 3 – Liste des procédures de mesure

Procédure	Paragraphe
Examen visuel	4.4.1
Dimensions	4.4.2
Examen du produit	4.4.3
Force de rétention du calibre	4.4.4
Force d'accouplement et de désaccouplement	4.4.5
Inflammabilité	4.4.6
Perte d'insertion	4.4.7
Modification de l'affaiblissement	4.4.8
Affaiblissement disphonique	4.4.9
Immunité à l'éclairement extérieur	4.4.10
Atténuation spectrale	4.4.11
Puissance réfléchie	4.4.12

3.9 Unchecked parameters

Only those component parameters which have been specified in a detail specification and which were tested can be assumed to be within the specified limits. It should not be assumed that unspecified parameters will be uniform and unchanged from one component to another. If it should be necessary to control parameters, other than those specified, a new, more extensive, detail specification shall be written and used. The additional test method(s) shall be described and appropriate performance limits and assessment levels specified.

SECTION 4: MEASUREMENT AND ENVIRONMENTAL TEST PROCEDURES

4.1 Standard conditions

The standard atmospheric conditions, including specimen recovery, of IEC 68-1 apply. The relevant specification shall specify the pre-conditioning and recovery procedures.

4.2 Specimen

The specimen, including the fibre/cable to be used, shall be defined in the relevant specification.

4.3 Cleaning of optical surfaces

Cleaning the optical surfaces is permitted as part of test pre-conditioning and recovery, unless otherwise specified in the detail specification. Cleaning shall be in accordance with the requirements for instructions for use (see 2.2.6).

4.4 Measurement procedures

The measurement procedures to be used for quality assessment shall be selected from table 3.

Table 3 – List of measurement procedures

Procédure	Subclause
Visual inspection	4.4.1
Dimensions	4.4.2
Examination of products	4.4.3
Gauge retention force	4.4.4
Engagement and separation force	4.4.5
Flammability	4.4.6
Insertion loss	4.4.7
Change in attenuation	4.4.8
Crosstalk	4.4.9
Ambient light coupling	4.4.10
Spectral loss	4.4.11
Return loss	4.4.12

4.4.1 *Examen visuel*

4.4.1.1 *But*

Le but de cette procédure est de garantir la conformité du spécimen aux conditions de conception, de fabrication et de marquage de la spécification en vigueur.

4.4.1.2 *Description générale*

Le spécimen est examiné et l'on s'assure qu'il contient le nombre et les types de composants appropriés, que l'exécution est satisfaisante et le marquage correct.

4.4.1.3 *Matériel*

Tel que prescrit.

4.4.1.4 *Procédure*

- a) Préconditionner le spécimen comme spécifié.
- b) Examiner visuellement le spécimen en vérifiant qu'il répond bien aux exigences spécifiées.
- c) Exécuter la procédure de reprise spécifiée.

4.4.1.5 *Prescriptions*

Le nombre et le type de composants constituant le spécimen doivent être conformes aux prescriptions de la spécification en vigueur.

L'exécution doit être en accord avec 2.3.2.

Le marquage doit être en accord avec les exigences de la spécification en vigueur.

4.4.1.6 *Détails à préciser*

Les détails suivants doivent, le cas échéant, être donnés dans la spécification en vigueur:

- nombre et type de composants;
- marquage;
- procédure de préconditionnement;
- procédure de reprise;
- écarts.

4.4.2 *Dimensions*

4.4.2.1 *But*

Le but de cette procédure est de garantir que le spécimen est conforme aux exigences dimensionnelles spécifiées par la spécification en vigueur.

4.4.2.2 *Description générale*

Toutes les dimensions doivent être mesurées pour vérifier leur conformité avec la spécification en vigueur.

4.4.1 *Visual inspection*

4.4.1.1 *Purpose*

The purpose of this procedure is to ensure that the specimen conforms to the design, construction and marking requirements of the relevant specification.

4.4.1.2 *General description*

The specimen is examined to ensure that it contains the proper number and types of components, that the workmanship is satisfactory and that the marking is correct.

4.4.1.3 *Apparatus*

As required.

4.4.1.4 *Procedure*

- a) Pre-condition the specimen as specified.
- b) Visually inspect the specimen to the specified requirements.
- c) Perform specified recovery procedure.

4.4.1.5 *Requirements*

The number and type of components which comprise the specimen shall be as specified in the relevant specification.

Workmanship shall be in accordance with 2.3.2.

Marking shall be in accordance with the requirements of the relevant specification.

4.4.1.6 *Details to be specified*

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

- number and type of components;
- marking;
- pre-conditioning procedure;
- recovery procedure;
- deviations.

4.4.2 *Dimensions*

4.4.2.1 *Purpose*

The purpose of this procedure is to ensure that the specimen conforms to the dimensional requirements given in the relevant specification.

4.4.2.2 *General description*

All size dimensions are measured for conformance to the relevant specification.

4.4.2.3 *Matériel*

Lorsqu'une méthode de mesure est spécifiée dans la spécification applicable (voir 2.2.4.1), celle-ci doit être utilisée. Sinon, des instruments de mesure appropriés peuvent être employés.

4.4.2.4 *Procédure*

- a) Préconditionner le spécimen comme indiqué.
- b) Mesurer les dimensions.
- c) Effectuer la procédure de reprise spécifiée.

4.4.2.5 *Prescriptions*

Toutes les dimensions doivent être conformes à la spécification en vigueur.

4.4.2.6 *Détails à préciser*

Les détails suivants doivent, le cas échéant, être donnés dans la spécification en vigueur:

- dimensions;
- méthodes de mesure, si nécessaire (voir 2.2.4.1);
- procédure de préconditionnement;
- procédure de reprise;
- écarts.

4.4.3 *Examen du produit*

4.4.3.1 *But*

Le but de cette procédure est d'examiner sur un spécimen les modifications pouvant résulter d'un essai d'environnement.

4.4.3.2 *Description générale*

Le spécimen est initialement examiné en utilisant des techniques visuelles, au moment spécifié par l'essai initial. Après son conditionnement en environnement, le spécimen est à nouveau inspecté pour constater les dommages résultant du conditionnement.

4.4.3.3 *Matériel*

Des instruments d'examen optique peuvent être utilisés selon les besoins. La puissance de grossissement optique maximal admissible est de cinq fois.

4.4.3.4 *Procédure*

- a) Examiner visuellement le spécimen au moment de mesure initiale spécifié pour l'essai initial.
- b) Répéter l'examen au(x) moment(s) de mesure spécifié(s) pour l'essai initial.

4.4.3.5 *Prescriptions*

Le spécimen ne doit présenter aucune partie cassée, lâche, déformée ou déplacée; aucune fissure, éclat ou autre dommage nuisible au fonctionnement normal.

Le marquage doit être lisible.

4.4.2.3 *Apparatus*

When a size measurement method is specified in the relevant specification (see 2.2.4.1), that method shall be used. Otherwise, appropriate measuring instruments may be used.

4.4.2.4 *Procedure*

- a) Pre-condition the specimen as specified.
- b) Measure the size dimensions.
- c) Perform specified recovery procedure.

4.4.2.5 *Requirements*

All size dimensions shall be in accordance with the relevant specification.

4.4.2.6 *Details to be specified*

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

- size dimensions;
- size measurement methods, if required (see 2.2.4.1);
- pre-conditioning procedure;
- recovery procedure;
- deviations.

4.4.3 *Examination of product*

4.4.3.1 *Purpose*

The purpose of this procedure is to examine a specimen for changes which may result from an environmental test.

4.4.3.2 *General description*

The specimen is initially examined, using visual techniques, at the time specified in the primary test. After the environmental conditioning, the specimen is again inspected for damage resulting from the conditioning.

4.4.3.3 *Apparatus*

Optical inspection instruments may be used as appropriate. The maximum allowable optical magnification is five times power.

4.4.3.4 *Procedure*

- a) Visually inspect the specimen at the initial measurement time specified in the primary test.
- b) Repeat the inspection at the measurement time(s) specified in the primary test.

4.4.3.5 *Requirements*

The specimen shall show no evidence of broken, loose, deformed or displaced parts or of cracks, chips or other damage detrimental to normal operation.

Marking shall be legible.

4.4.3.6 *Détails à préciser*

Les détails suivants doivent, le cas échéant, être donnés par la spécification en vigueur:

- durée de la mesure initiale;
- temps de la mesure;
- écarts.

4.4.4 *Force de rétention du calibre*

4.4.4.1 *But*

Le but de cette procédure est de vérifier que les caractéristiques des parties élastiques sont satisfaisantes lorsqu'il n'est pas possible de les spécifier au moyen de dimensions.

4.4.4.2 *Description générale*

Une masse calibrée est utilisée pour déterminer les forces de rétention admissibles de la pièce élastique. Cette méthode est applicable pour des pièces élastiques mâles ou femelles.

4.4.4.3 *Matériel*

L'appareillage comprend:

- un calibre;
- un ou plusieurs solvants.

Calibre

Un calibre de type annulaire est employé pour les éléments mâles et un calibre plein pour les éléments femelles.

Le calibre est généralement fabriqué en fonction de la dimension maximale de la pièce élastique. Le calibre doit être défini par la spécification en vigueur. Cette définition doit comprendre les dimensions, le matériau, le poids, la dureté et le revêtement de surface de la zone du calibre en contact avec la pièce élastique.

Solvant

Le ou les solvants doivent être capables de supprimer toute trace de graisse des surfaces portées du calibre et de la pièce élastique. Le solvant choisi ne doit pas endommager le matériau élastique du spécimen.

4.4.4.4 *Procédure*

- a) Préconditionner le spécimen, comme indiqué.
- b) Nettoyer la pièce élastique avec le solvant pour supprimer toute trace de graisse.
- c) Nettoyer la surface portante du calibre avec le solvant pour supprimer toute trace de graisse.
- d) Engager le calibre sur la pièce élastique et le maintenir orienté verticalement et vers le bas pendant la durée spécifiée.
- e) Effectuer la procédure de reprise spécifiée.

4.4.3.6 *Details to be specified*

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

- initial measurement time;
- measurement time(s);
- deviations.

4.4.4 *Gauge retention force*

4.4.4.1 *Purpose*

The purpose of this procedure is to ensure that the characteristics of resilient members are satisfactory when it is impractical to specify them using size dimensions.

4.4.4.2 *General description*

A gauge pick-up weight is used to determine the acceptable retention forces of the resilient member. The method is applicable to either male or female resilient members.

4.4.4.3 *Apparatus*

The apparatus consists of:

- a gauge;
- solvent(s).

Gauge

A ring type gauge is used for male features and a pin gauge is used for female features.

The gauge is generally produced to the maximum material size of the resilient feature. The gauge shall be defined in the relevant specification. The definition shall include dimensions, material, weight, and the surface hardness and finish for the area of the gauge which the resilient member bears.

Solvent

The solvent(s) shall be capable of removing all traces of lubricant from the bearing surfaces of the gauge and the resilient member. A solvent shall be selected which will not damage the resilient material of the specimen.

4.4.4.4 *Procedure*

- a) Pre-condition the specimen as specified.
- b) Clean the resilient member with the solvent to remove all traces of lubricants.
- c) Clean the gauge bearing surface with the solvent to remove all traces of lubricants.
- d) Insert the gauge into the resilient member and hold the gauge in a vertically downward position for specified time.
- e) Perform specified recovery procedure.

4.4.4.5 *Prescriptions*

Le spécimen doit supporter le poids du calibre pendant 30 s au minimum.

4.4.4.6 *Détails à préciser*

Les détails suivants doivent, le cas échéant, être spécifiés par la spécification en vigueur:

- caractéristiques du calibre (dimensions, dureté et revêtement de surface du matériau au niveau des surfaces portées);
- poids du calibre;
- force d'insertion maximale du calibre admissible;
- procédure de préconditionnement;
- procédure de reprise;
- écarts.

4.4.5 *Forces d'accouplement et de désaccouplement*

4.4.5.1 *But*

Le but de cette procédure est de mesurer les forces ou efforts nécessaires pour accoupler ou désaccoupler complètement un jeu de connecteurs.

4.4.5.2 *Description générale*

Les composants du jeu de connecteurs sont disposés de manière à pouvoir appliquer une force ou un effort d'accouplement contrôlé. La force ou l'effort sont mesurés pendant toute la durée du cycle d'accouplement et/ou de désaccouplement. Cette procédure est applicable pour les mécanismes d'accouplement rotationnel ou de type pousser-tirer.

4.4.5.3 *Matériel*

L'appareillage comprend:

- un ou plusieurs dispositifs de fixation;
- un générateur de forces ou d'efforts;
- un instrument de mesure des forces ou des efforts.

Dispositif(s) de fixation

Les dispositifs de fixation doivent être capables de maintenir les éléments de couplage de manière que ces derniers n'influencent pas la valeur de la force ou de l'effort mesuré. Le bon alignement des éléments de couplage doit être préservé pendant toute la durée du cycle de couplage.

Générateur de forces ou d'efforts

Le générateur de forces ou d'efforts doit être capable d'appliquer une force ou un effort de manière régulière.

4.4.4.5 *Requirements*

The specimen shall retain the weight of the gauge for 30 s minimum.

4.4.4.6 *Details to be specified*

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

- gauge characteristics (dimensions, material hardness and surface finish at the bearing surfaces);
- gauge weight;
- maximum allowable gauge insertion force;
- pre-conditioning procedure;
- recovery procedure;
- deviations.

4.4.5 *Engagement and separation forces*

4.4.5.1 *Purpose*

The purpose of this procedure is to measure the forces or torques which are required to fully couple or uncouple a connector set.

4.4.5.2 *General description*

The connector set components are fixtured so that a controlled coupling force or torque can be applied. The force or torque is measured during the entire coupling and/or uncoupling cycle. The procedure is applicable to either twist type or push-pull type coupling mechanisms.

4.4.5.3 *Apparatus*

The apparatus consists of:

- a holding fixture(s);
- a force or torque generator;
- a force or torque measuring instrument.

Holding fixture(s)

The holding fixtures shall be capable of holding the mating components so that they do not influence the measured force or torque value. Proper alignment of the mating components shall be maintained throughout the coupling cycle.

Force or torque generator

The force or torque generator shall be capable of smoothly applying the force or torque.

Instrument de mesure des forces ou des efforts

L'instrument de mesure doit être capable de mesurer de façon continue la force ou l'effort pendant toute la durée du cycle de couplage.

4.4.5.4 Procédure

- a) Préconditionner le spécimen comme spécifié.
- b) Placer les éléments du jeu de connecteurs dans le dispositif de fixation.
- c) Appliquer et mesurer la force ou l'effort nécessaires pour accoupler le connecteur. La durée minimum d'accouplement doit être de 3 s.
- d) Appliquer et mesurer la force ou l'effort nécessaire pour désaccoupler le jeu de connecteurs. La durée minimum de désaccouplement doit être de 3 s.
- e) Effectuer la procédure de reprise spécifiée.

4.4.5.5 Détails à préciser

Les détails suivants doivent, le cas échéant, être spécifiés dans la spécification en vigueur:

- procédure de préconditionnement;
- procédure de reprise;
- exigences fonctionnelles.
 - force ou effort d'accouplement admissible;
 - force ou effort de désaccouplement admissible;
- écarts.

4.4.6 Inflammabilité (risques d'incendie)

Cette procédure sera effectuée conformément avec la CEI 695-2-2.

4.4.6.1 But

Le but de cette procédure est de mesurer l'inflammabilité des matériaux.

4.4.6.2 Description générale

Le spécimen est exposé à une flamme pendant un certain temps et l'on relève l'aptitude du matériau à résister à la combustion.

4.4.6.3 Matériel

L'appareillage comprend:

- un dispositif générateur de flamme;
- un support approprié pour le spécimen.

L'appareillage doit être conforme à la CEI 695-2-2.

Force or torque measuring instrument

The measuring instrument shall be capable of continuously measuring the force or torque throughout the coupling cycle.

4.4.5.4 Procedure

- a) Pre-condition the specimen as specified.
- b) Position the connector set components in the holding fixture.
- c) Apply and measure the force or torque necessary to mate the connector set. The mating time shall be 3 s minimum.
- d) Apply and measure the force or torque necessary to unmate the connector set. The unmating time shall be 3 s minimum.
- e) Perform the specified recovery procedure.

4.4.5.5 Details to be specified

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

- pre-conditioning procedure;
- recovery procedure;
- performance requirements:
 - allowable engagement force or torque;
 - allowable separation force or torque;
- deviations.

4.4.6 Flammability (fire hazard)

This procedure is conducted in accordance with IEC 695-2-2.

4.4.6.1 Purpose

The purpose of this procedure is to measure the flammability of materials.

4.4.6.2 General description

The specimen is exposed to a flame for a period of time and the ability of the material to support combustion is noted.

4.4.6.3 Apparatus

The apparatus consists of:

- flame generating equipment;
- an appropriate support for the specimen.

The apparatus shall be in accordance with IEC 695-2-2.

4.4.6.4 *Procédure*

Effectuer la mesure conformément à la CEI 695-2-2.

4.4.6.5 *Détails à préciser*

Les détails suivants doivent, le cas échéant, être spécifiés dans la spécification en vigueur:

- point d'application de la flamme;
- orientation du spécimen;
- durée d'application de la flamme;
- procédure de préconditionnement;
- procédure de reprise;
- exigences fonctionnelles:
 - temps de combustion admissible;
- écarts.

4.4.7 *Perte d'insertion*

4.4.7.1 *But*

Le but de cette procédure est de mesurer la diminution de la puissance optique résultant de l'insertion d'un jeu de connecteurs sur une longueur de câble à fibre optique.

Les pertes d'insertion ne sont pas entièrement dues à des défauts du jeu de connecteurs. Les défauts de la fibre y contribuent également. Des variations dans la géométrie et les propriétés optiques des fibres monomodes et multimodes créent des pertes à la liaison. Ces variations existent entre différents lots ou longueurs de fibres (par exemple diamètre, ellipticité et excentration du cœur, variation de l'ouverture numérique, etc.). Naturellement, ces pertes ne doivent pas être attribuées au jeu de connecteurs. Il est cependant impossible de les séparer de celles dues à ces derniers. Par conséquent, il convient de spécifier dans la spécification applicable les propriétés de la fibre d'essai afin de minimiser les pertes de la fibre durant la mesure.

La mesure de la perte d'insertion est compliquée car une liaison optique présente différentes pertes selon la distribution des modes de lumière à cette liaison. La distribution des modes à n'importe quel point de la fibre dépend des propriétés de la source lumineuse, du type de couplage optique entre la fibre et la source, du type de fibre et, à l'exception des fibres monomodes, de la distance parcourue par la puissance optique. De plus, lorsque la puissance optique est injectée dans la fibre, la gaine porte des modes de puissance optique éliminés sur la distance parcourue par la puissance optique. Il est donc essentiel de spécifier les conditions d'injection dans la spécification en vigueur. Pour les fibres multimodes, les conditions d'équilibre ou la distribution mode d'équilibre doivent être spécifiées. Pour les fibres monomodes, les conditions d'injection doivent être telles que le seul mode propagé sera le mode fondamental du connecteur à l'entrée du récepteur.

4.4.7.2 *Description générale*

Un certain nombre de méthodes peuvent être utilisées pour mesurer la perte d'insertion. Cependant, le principe est fondamentalement le même pour chacune de ces méthodes.

4.4.6.4 Procedure

Conduct the measurement in accordance with IEC 695-2-2.

4.4.6.5 Details to be specified

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

- point of flame application;
- orientation of specimen;
- duration of flame application;
- pre-conditioning procedure;
- recovery procedure;
- performance requirements:
 - allowable burning time;
- deviations.

4.4.7 Insertion loss

4.4.7.1 Purpose

The purpose of this procedure is to measure the decrease in optical power which results when a connector set is inserted into a length of optical fibre.

Insertion losses are not entirely caused by connector set inaccuracies. The inaccuracies of the fibre also contribute losses. Variations in the geometry and optical properties of both single-mode and multimode fibres create losses at the junction. These variations exist between different lots of fibres as well as within lengths of single fibre (e.g. core diameter, core to cladding concentricity, numerical aperture, etc.). Obviously, these losses should not be attributed to the connector set. It is impossible, however, to separate them from those caused by the connector set. Test fibre characteristics should therefore be specified in the relevant specification to minimize fibre losses during measurement.

The measurement of insertion loss is complicated because an optical junction exhibits different losses depending on the distribution of the light modes at the junction. Mode distribution at any point in a fibre is a function of the light source characteristics, the type of optical coupling between the fibre and the source, the fibre type and, with the exception of single-mode fibre, the distance that the light travels. Also, when light is injected into a fibre, the cladding carries light modes which are stripped away over distance. It is therefore essential that the launch mode conditions be specified in the relevant specification. For multimode fibres, either a fully-filled or an equilibrium mode distribution shall be specified. For single-mode fibres, the mode conditions shall be such that only the fundamental mode propagates at the connector interface and at the detector.

4.4.7.2 General description

A number of methods may be used to measure insertion loss. However, the principle is basically the same for each method. First, the amount of useful optical power which can

Tout d'abord, la quantité de puissance optique utile pouvant être transmise à travers le câble est mesurée, le connecteur n'étant pas engagé. Le connecteur est ensuite engagé sur le câble et la quantité de puissance utile est à nouveau mesurée. La perte d'insertion correspond à la diminution de la quantité de puissance optique transmise, exprimée en décibels (dB) sous forme de rapport.

La méthode 1 est une procédure de mesure idéale, réservée à la mesure de lots de connecteurs. Elle implique la mesure de puissance initiale sur une fibre continue (ininterrompue et sans liaisons temporaires). La fibre est ensuite couplée, le connecteur inséré et la mesure est répétée.

La méthode 2 est également réservée aux lots de jeu de connecteurs. Cependant, à la différence de la méthode 1, elle utilise une liaison temporaire permettant à la fibre initiale d'être réemployée pour des mesures supplémentaires.

Les méthodes 3 et 4 sont réservées aux jeux de connecteurs avec fibres amorce et impliquent l'emploi de liaisons temporaires. Les lots de connecteurs peuvent être mesurés par ces méthodes, à condition d'être initialement raccordés à la fibre de manière à former deux connecteurs à fibres amorce à des fins de mesures et d'essais.

La méthode 5 s'applique uniquement à des jeux de connecteurs montés sur cordons, mais il s'agit d'une méthode spéciale consistant simplement à couper le câble de façon à former deux connecteurs à fibres amorce pouvant être mesurés à l'aide des méthodes 3 ou 4. Elle est, par conséquent, considérée comme une méthode de mesure destructive pour les connecteurs montés sur cordons.

Les méthodes 6, 7 et 8 sont réservées à la mesure des jeux de connecteurs montés sur cordons. Les méthodes 6 et 7 impliquent l'utilisation de composants de référence. La méthode 8 ne l'implique pas.

La méthode 9 est une méthode spéciale réservée à la mesure de raccords de jeux de connecteurs. Elle consiste à mesurer la perte d'insertion de deux fiches de référence accouplées avec le raccord.

La figure 1 donne un résumé succinct des différentes méthodes.

be transmitted through the cable is measured without the connector set installed. Then the connector set is inserted into the cable and the amount of useful power is again measured. The insertion loss is defined as the decrease in the amount of transmitted optical power and is expressed as a ratio in decibels (dB).

Method 1 is an ideal measurement procedure and is limited to measuring kit arrangement connector sets. It involves making the initial power measurement in a continuous (unbroken and without temporary joints) fibre. The fibre is then broken, the connector set is inserted and the power is again measured.

Method 2 is also limited to measuring kit arrangement connector sets. However, in contrast to Method 1, it uses a temporary joint which allows the initial fibre to be re-used for additional measurement.

Methods 3 and 4 are limited to measuring pigtailed arrangement connector sets and involve the use of temporary joints. Kit arrangement connector sets may be measured using these methods but they shall first be terminated to fibre creating pigtailed arrangements for measurement and test purposes.

Method 5 is limited to measuring patch-cord arrangement connector sets, but is a special case which simply consists of cutting the cable to create two pigtailed arrangements which can be measured using either method 3 or 4. It is therefore considered a destructive measurement for patch-cord arrangements.

Methods 6, 7 and 8 are limited to measuring patch-cord arrangement connector sets. Methods 6 and 7 involve the use of reference components; method 8 does not.

Method 9 is a special case limited to evaluating a connector set adaptor by measuring the insertion loss of two reference connector plugs while mated with the adaptor.

Figure 1 gives a brief summary of the various methods above described.

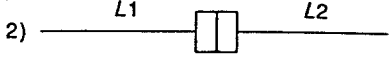
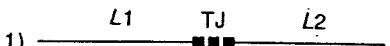
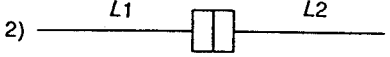
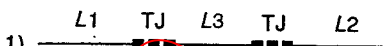
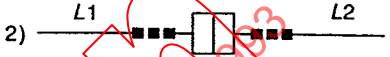
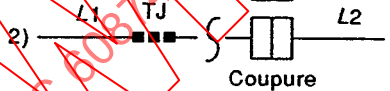
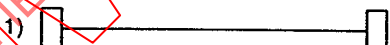
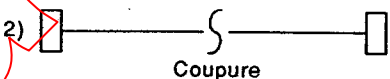
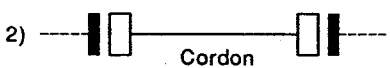
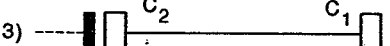
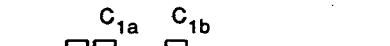
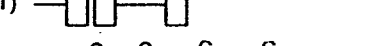
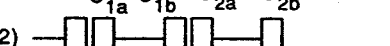
Méthode	Description	Croquis
1	Définit une méthode idéale de mesure en cas de litige entre fournisseur et utilisateur. Limitée aux lots de connecteurs	1)  2) 
2	Utilise une liaison temporaire. Limitée aux lots de connecteurs	1)  2) 
3	Utilise deux liaisons temporaires. Limitée aux connecteurs avec des fibres amorce	1)  2) 
4	Variante des méthodes 2 et 3. Conçue pour minimiser les ambiguïtés créées par la désadaptation des paramètres des fibres et l'emploi des liaisons temporaires	1)  2) 
5	Limitée aux connecteurs montés sur cordons. Crée deux connecteurs à fibres amorce en coupant le câble, puis utilise la méthode 2 ou la méthode 3. Destructive pour les cordons	1)  2) 
6	Variante de la méthode 5 mais avec une procédure non destructive. Utilise un connecteur de référence	1)  2) 
7	Limitée aux connecteurs avec fibres amorce ou à cordons. Utilise un jeu de connecteurs de référence	1)  2)  3)  4) 
8	Limitée aux connecteurs montés sur cordons. Cette méthode permet un accouplement rapide des connecteurs et réduit le temps requis pour mesurer un nombre important de cordons	1)  2)  3) 
9	Réservée à la mesure des raccords. Utilise le jeu de connecteurs de référence d'un ensemble fiche-raccord-fiche	1)  2) 

Figure 1 – Méthodes de mesure de la perte d'insertion

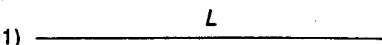
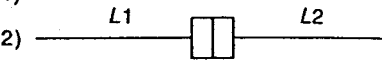
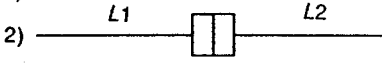
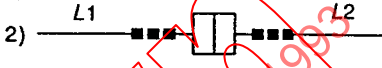
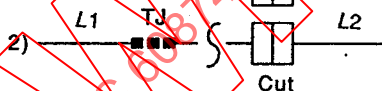
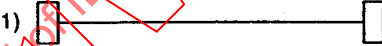
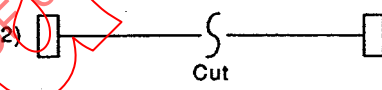
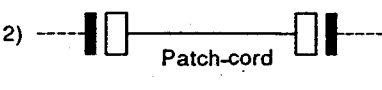
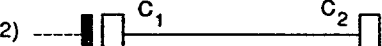
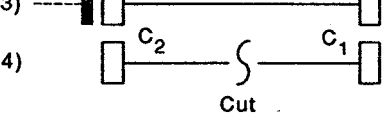
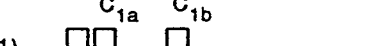
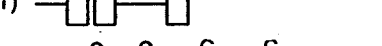
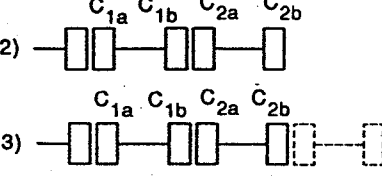
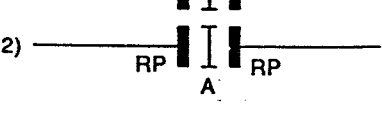
Method	Description	Schematic
1	Defines an ideal measurement to be used in case of dispute between user and supplier. Limited to kit arrangements	1)  2) 
2	Uses one temporary joint. Limited to kit arrangements	1)  2) 
3	Uses two temporary joints. Limited to pigtail arrangements	1)  2) 
4	An alternative to methods 2 and 3. Intended to minimize ambiguities created by fibre parameter mismatching and temporary joints	1)  2) 
5	Limited to patch-cord arrangements. Creates two pigtail arrangements by cutting and then using either method 2 or 3. Destructive for patch-cords.	1)  2) 
6	Alternative to method 5 but is non-destructive. Uses a standard reference connector set	1)  2) 
7	Limited to pigtail or patch-cord arrangements. Uses a standard reference connector set	1)  2)  3)  4) 
8	Limited to patch-cord arrangements. It ensures random mating of connectors and reduces the time involved in measuring a large number of patch-cords.	1)  2)  3) 
9	Limited to measuring adaptors. Uses a standard reference connector set of a plug-adaptor-plug arrangement	1)  2) 

Figure 1 – Insertion loss measurement methods

4.4.7.3 Matériel

L'appareillage comprend:

- une source de lumière (S);
- un détecteur de lumière (D).

De plus, le matériel suivant est requis, en fonction de la méthode utilisée:

- liaisons temporaires (TJ);
- extracteur de mode (CMS);
- jeu de connecteurs de référence.

Source de lumière:

- a) La configuration du rayonnement émis doit avoir une ouverture numérique (NA) supérieure à celle de la fibre utilisée et un diamètre de tache supérieur au diamètre du coeur de la fibre utilisée;
- b) la longueur d'onde utilisée (tolérance de la longueur d'onde du dispositif comprise) doit correspondre à celle de la ou des fibres utilisées;
- c) elle doit se stabiliser dans la plage d'une puissance transmise de 0,1 dB pendant un laps de temps suffisant pour effectuer la procédure de mesure.

Détecteur de lumière:

- a) le détecteur (et les composants électroniques associés) doit être capable de mesurer l'énergie en provenance de la fibre et doit être linéaire pour les longueurs d'onde utilisées et pour la plage de puissance escomptée;
- b) la résolution du matériel de détection doit être comme suit;

Perte d'insertion du connecteur	Résolution
> 0,5 dB	0,10 dB
< 0,5 dB	0,05 dB

Liaison temporaire:

- a) les liaisons doivent avoir une faible perte d'insertion, être répétables et avoir une réflexion minimale. Un matériau adaptateur d'indice peut être utilisé;
- b) la perte d'insertion moyenne et l'écart type des liaisons doivent être spécifiés dans la spécification en vigueur.

Extracteur de mode:

- a) l'indice de réfraction du moyen d'extraction choisi doit être voisin mais en aucun cas inférieur à l'indice de réfraction de la surface externe de la fibre;
- b) la longueur de fibre en contact avec le moyen d'extraction doit permettre la suppression des modes de gaine.

4.4.7.3 Apparatus

The apparatus consists of:

- a light source (S);
- a light detector (D).

In addition, the following apparatus is required depending upon the method used:

- temporary joints (TJ);
- a cladding mode stripper (CMS);
- a reference connector set.

Light source:

- a) the output radiation pattern shall have a numerical aperture (NA) greater than the NA of the fibre used and a spot diameter greater than the core diameter of the fibre used;
- b) the operating wavelength (including device wavelength tolerance) shall meet the wavelength of the fibre or fibres used;
- c) it shall be stable within 0,1 dB in output power over a time duration long enough to complete the measurement procedure.

Light detector:

- a) the detector (and associated electronics) shall be capable of measuring all energy exiting from the fibre and shall be linear at the wavelengths used and over the expected range of power;
- b) the resolution of the detection equipment shall be as follows:

Connector set insertion loss	Resolution
> 0,5 dB	0,10 dB
< 0,5 dB	0,05 dB

Temporary joint:

- a) the joints shall have low insertion loss, be repeatable and have minimum reflection. Index matching material may be used;
- b) the mean insertion loss and standard deviation of the joints shall be specified in the relevant specification.

Cladding mode stripper:

- a) the refractive index of the stripping medium shall be chosen to be close to but not less than the refractive index of the outer surface of the fibre;
- b) the length of fibre in contact with the stripping medium shall ensure that the cladding modes are removed.

Jeux de connecteurs de référence:

- a) les dimensions et paramètres doivent être spécifiés dans la spécification en vigueur;
- b) la perte d'insertion moyenne doit être spécifiée dans la spécification en vigueur;
- c) l'écart type de la perte d'insertion doit être spécifié dans la spécification en vigueur.

4.4.7.4 Procédure

Calcul statistique de la perte d'insertion:

La précision de couplage requise par rapport aux tolérances spécifiées pour les propriétés, le revêtement et la fabrication du matériel est telle qu'une seule mesure de la perte d'insertion ne donne pas une indication fiable des performances d'un jeu de connecteurs donné. Un écart important pour de multiples mesures est prévisible, quelle que soit la méthode utilisée.

On peut obtenir une mesure plus faible des performances d'un jeu de connecteurs en calculant l'écart moyen et l'écart type d'un certain nombre de mesures. Le nombre de mesures et la méthode de réaccouplement du connecteur au cours de ces mesures dépendent de la famille et du montage du connecteur concerné. La procédure de réaccouplement ci-dessous doit donc être suivie:

- a) le jeu de connecteurs doit être complètement désaccouplé et réaccouplé lors de chaque mesure;
- b) les composants des jeux de connecteurs sans ergot de détrompage doivent être mutuellement décalés de 120° et des mesures multiples effectuées pour chaque configuration;
- c) pour les jeux de connecteurs à ergot de détrompage unique, il convient d'effectuer plusieurs mesures dans la position enclenchée;
- d) pour les jeux de connecteurs à ergots de détrompage multiples, il convient d'effectuer plusieurs mesures dans chaque position enclenchée;
- e) jeux de connecteurs montés sur cordons: en plus des rotations ci-dessus, modifier l'orientation du cordon par rapport à la direction de propagation de la lumière et des fiches et raccords fixes.

Le nombre de mesures à effectuer dans les positions ci-dessus doit être indiqué par la spécification en vigueur.

Les prescriptions pour la perte d'insertion admissible doivent être spécifiées par la spécification en vigueur, en termes de perte moyenne maximale et d'écart standard maximal de la moyenne. Le calcul de l'écart standard doit être effectué en prenant pour hypothèse une distribution statistiquement normale.

Généralités

Les procédures suivantes s'appliquent à toutes les méthodes de mesure:

- a) les extrémités de la fibre en contact avec la source et le détecteur doivent être lisses, pratiquement planes, perpendiculaires à l'axe de la fibre, et propres;

Reference connector set:

- a) the dimensions and parameters shall be specified in the relevant specification;
- b) the mean insertion loss shall be specified in the relevant specification;
- c) the standard deviation of the insertion loss shall be specified in the relevant specification.

4.4.7.4 Procedure*Statistical assessment of insertion loss:*

The mating accuracies required in relation to material properties, finish and manufacturing tolerances is such that a single measurement of insertion loss does not give a reliable indication of the performance of a given connector set. A significant variation from multiple measurements can be expected regardless of the method used.

A more valid assessment of the performance of a connector set results from calculating the mean and standard deviation of a multiplicity of measurements. The number of measurements and the method for remating the connector when making the multiple measurements depend on the nature of the particular connector family and arrangement. The following procedure for remating shall therefore be followed:

- a) the connector set shall be completely uncoupled and re-coupled for each measurement;
- b) non-keyed connector sets shall be relatively rotated 120° between components and between multiple measurements made at each position;
- c) single-keyed connector sets shall have multiple measurements made at each keyed position;
- d) multi-keyed connector sets shall have multiple measurements made at each keyed position;
- e) patch-cord connector sets: in combination with the above rotations, reverse the orientation of the patch-cord with respect to the direction of propagation of the light and the fixed plugs and adaptors.

The number of measurements to be made relative to the above positions shall be specified in the relevant specification.

The requirements for the allowable insertion loss shall be specified in the relevant specification in terms of the maximum mean loss and the maximum standard deviation of the mean. The calculation of the standard deviation shall be made using the assumption of a statistically normal distribution.

General

The following procedures apply to all measurement methods:

- a) the fibre ends which interface with the source and detector shall be prepared such that they are smooth, essentially plane, perpendicular to the fibre axis and shall be clean;

- b) les extrémités de la fibre doivent être fixées approximativement sur les éléments émetteur et détecteur pour minimiser les erreurs de mesure dues au mouvement relatif;
- c) la puissance injectée dans la fibre doit être suffisamment faible pour éviter les effets de diffusion non linéaires);
- d) on doit prendre des précautions pour garantir l'absence de modes de gaine aux interfaces du connecteur ou du détecteur. Les modes de gaine doivent être éliminés par une fonction naturelle de la longueur de fibre ou par addition d'un extracteur de mode;
- e) on doit réaliser la distribution de modes à l'interface du connecteur, comme spécifié dans la spécification en vigueur, par une fonction naturelle de la longueur de fibre, ou en utilisant un simulateur de mode d'équilibre ou un mélangeur de modes;
- f) la fibre d'essai choisie doit répondre aux paramètres des fibres spécifiés dans la spécification en vigueur;
- g) les changements de position des fibres doivent être minimisés durant la procédure d'essai et on veillera à ne pas dépasser le rayon de courbure minimal spécifié;
- h) on doit prendre des précautions pour ne pas déplacer les extrémités de la fibre aux liaisons temporaires en manipulant les composants;
- i) les longueurs des fibres (L), (L_1), (L_2), (L_3) et (L') – suivant le cas – doivent être conformes à la spécification en vigueur.

Méthode 1

Cette méthode définit une procédure de mesure idéale de la perte d'insertion. Elle nécessite une nouvelle longueur de fibre ainsi que la préparation et la connexion de la fibre à la source et au détecteur pour chaque jeu de connecteurs mesuré.

- a) Préparer le dispositif initial de mesure comme indiqué figure 2.

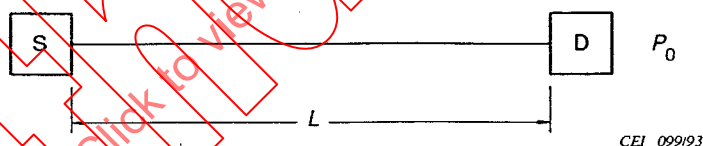


Figure 2

- b) Mesurer la puissance (P_0).
- c) Couper la fibre (L) en deux tronçons (L_1) et (L_2).

Placer le jeu de connecteurs entre les tronçons, comme indiqué figure 3.

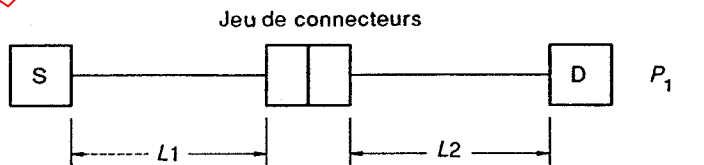


Figure 3

- d) Engager correctement le jeu de connecteurs et mesurer la puissance (P_1).
- e) Calculer la perte d'insertion en décibels comme suit:

$$a_c \text{ (dB)} = -10 \log \left[\frac{P_1}{P_0} \right]$$

- b) the fibre ends shall be appropriately fixed to the source and detector units to minimize measurement errors due to relative motion;
- c) the power launched into the fibre shall be low enough to prevent non-linear scattering effects;
- d) precautions shall be taken to ensure that cladding modes are not present at the connector or detector interfaces. Cladding modes shall be stripped either as a natural function of the fibre length or by adding a cladding mode stripper;
- e) the mode distribution at the connector interface, as specified in the relevant specification, shall be achieved either as a natural function of fibre length, or by using an equilibrium mode simulator or a mode scrambler;
- f) the test fibre shall be selected to meet the fibre parameters as specified in the relevant specification;
- g) positional changes of the fibres shall be minimized during the procedure and precautions shall be taken not to exceed the specified minimum bend radius;
- h) precautions shall be taken not to disturb fibre ends in temporary joints when handling components;
- i) the fibre lengths (L), (L_1), (L_2), (L_3) and (L') – as applicable – shall be as specified in the relevant specification.

Method 1

This method defines an ideal insertion loss measurement. It requires a new length of fibre as well as the preparation and interfacing of the fibre to the source and detector for each connector set measured.

- a) Configure the initial measurement set-up as shown in figure 2.

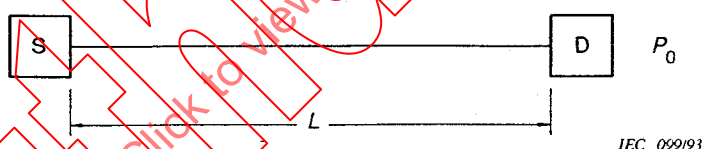


Figure 2

- b) Measure power (P_0).
- c) Cut fibre length (L) into sections (L_1) and (L_2).

Install the connector set into the cut fibre as shown in figure 3.

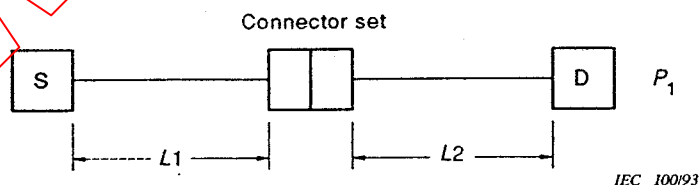


Figure 3

- d) Properly engage the connector set and measure power (P_1).
- e) Calculate the insertion loss in decibels as follows:

$$a_c \text{ (dB)} = -10 \log \left[\frac{P_1}{P_0} \right]$$

Méthode 2

Cette méthode est semblable à la méthode 1 mais elle utilise une liaison temporaire permettant de réutiliser la fibre pour des mesures supplémentaires. Cependant, cette méthode peut donner lieu à des ambiguïtés dans les mesures étant donné que la qualité de la liaison temporaire détermine la précision du niveau de puissance de référence (P_0).

- a) Préparer le dispositif initial de mesure comme indiqué figure 4.

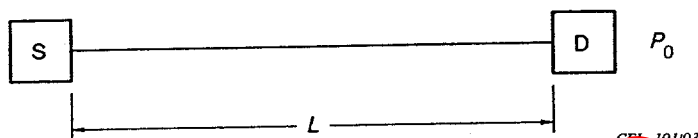


Figure 4

- b) Mesurer la puissance (P_0).

- c) Couper la fibre (L) en deux tronçons (L_1) et (L_2) et placer la liaison temporaire comme indiqué en figure 5.



Figure 5

- d) Mesurer la puissance (P_1). Retirer les fibres de la liaison temporaire, remplacer les fibres et mesurer la puissance (P_1) 10 fois de suite.

- e) Calculer la perte d'insertion de la liaison temporaire en utilisant l'équation suivante:

$$a_c \text{ (dB)} = -10 \log \left[\frac{P_1}{P_0} \right]$$

- f) Etablir la moyenne des dix mesures de perte d'insertion de l'étape d). L'écart type des 10 mesures ne doit pas dépasser 0,10 dB.

Cette moyenne est utilisée pour vérifier la validité de la liaison temporaire dans les mesures ultérieures de la perte d'insertion et pour s'assurer que la quantité de fibre retirée du jeu de connecteurs après chaque mesure n'invalide pas la mesure initiale de puissance (P_0).

- g) Mesurer la perte d'insertion de la liaison temporaire. La valeur obtenue doit se situer dans une plage de deux écarts types de la moyenne calculée lors de l'étape f).

NOTE - Sauter cette étape pour la mesure de perte d'insertion initiale.

- h) Retirer les fibres de la liaison temporaire et placer le jeu de connecteurs comme indiqué figure 6.

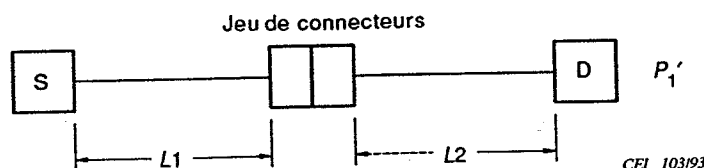


Figure 6

Method 2

This method is similar to method 1 but uses a temporary joint. The joint allows the fibre to be re-used for additional measurements. However, ambiguities can be introduced into the measurement because the quality of the temporary joint determines the accuracy of the reference power level (P_0).

- a) Configure the initial measurement set-up as shown in figure 4.

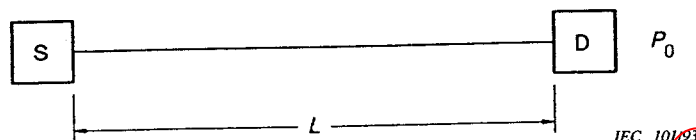


Figure 4

- b) Measure power (P_0).

- c) Cut fibre length (L) into sections (L_1) and (L_2) and install the temporary joint as shown in figure 5.

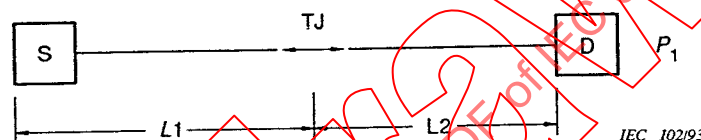


Figure 5

- d) Measure power (P_1). Remove the fibres from the temporary joint; replace the fibres and measure power (P_1) 10 times.

- e) Calculate the temporary joint insertion loss using the following equation:

$$a_c \text{ (dB)} = -10 \log \left[\frac{P_1}{P_0} \right]$$

- f) Average the 10 insertion loss measurements of step d). The standard deviation of the 10 measurements shall not exceed 0,10 dB.

This average is used to check the validity of the temporary joint for subsequent insertion loss measurements and to ensure that the amount of fibre removed with the connector set after each measurement does not make the original power level measurement (P_0) invalid.

- g) Measure the insertion loss of the temporary joint. The value shall be within two standard deviations of the average calculated in step f).

NOTE - Skip this step for the original insertion loss measurement.

- h) Remove the fibres from the temporary joint and install the connector set as shown in figure 6.

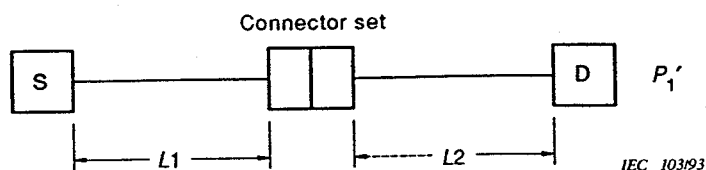


Figure 6

- i) Engager correctement le jeu de connecteurs et mesurer la puissance (P_1').
- j) Calculer la perte d'insertion du jeu de connecteurs en utilisant l'équation suivante:

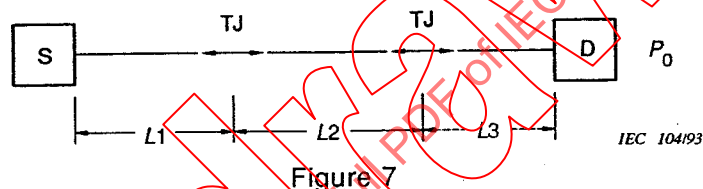
$$a_c \text{ (dB)} = -10 \log \left[\frac{P_1'}{P_0} \right]$$

- k) Enlever le jeu de connecteurs en coupant la fibre et répéter les opérations g) à j) pour toutes les mesures suivantes. La longueur de fibre devant rester sur les demi-connecteurs doit être spécifiée par la spécification en vigueur.

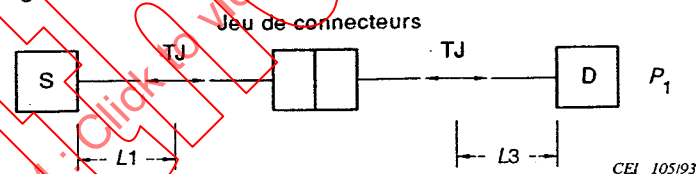
Méthode 3

Cette méthode s'applique aux jeux de connecteurs à fibre amorce. Elle utilise deux liaisons temporaires. Elle est tributaire de la qualité des deux liaisons et des paramètres des fibres et peut, en conséquence, induire des valeurs négatives de perte d'insertion.

- a) Préparer le dispositif initial de mesure comme indiqué figure 7.



- b) Mesurer la puissance (P_0).
- c) Enlever la fibre (L_2) et la remplacer par un jeu de connecteurs à fibre amorce comme indiqué figure 8.



- d) Engager correctement le jeu de connecteurs et mesurer la puissance (P_1).
- e) Calculer la perte d'insertion du jeu de connecteurs en utilisant l'équation suivante:

$$a_c \text{ (dB)} = -10 \log \left[\frac{P_1}{P_0} \right]$$

Méthode 4

Cette méthode est conçue pour minimiser les ambiguïtés créées par la désadaptation des paramètres de la fibre et l'utilisation de liaisons temporaires. Bien qu'elle utilise une liaison temporaire, cette méthode de mesure n'est pas affectée par la reproductibilité de la liaison.

- i) Properly engage the connector set and measure power (P_1').
- j) Calculate the connector set insertion loss using the following equation:

$$a_c \text{ (dB)} = -10 \log \left[\frac{P_1'}{P_0} \right]$$

- k) Remove the connector set by cutting the fibre and repeat steps g) through j) for additional measurements. The length of fibre to remain on the connector set halves shall be specified in the relevant specification.

Method 3

This method applies to pigtailed arrangement connector sets. It uses two temporary joints. The method depends on the quality of the two joints and the parameters of the fibres and, as a result, it may produce negative insertion loss values.

- a) Configure the initial measurement set-up as shown in figure 7.

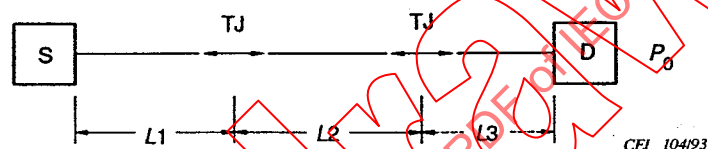


Figure 7

- b) Measure power (P_0).
- c) Remove fibre (L_2) and replace it with the pigtailed connector set as shown in figure 8.

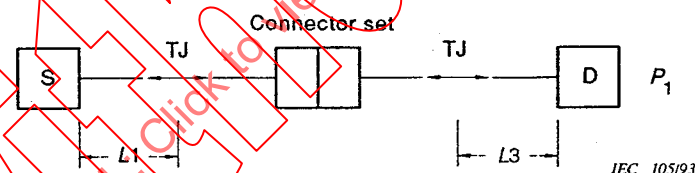


Figure 8

- d) Properly engage the connector set and measure power (P_1).
- e) Calculate the connector set insertion loss using the following equation:

$$a_c \text{ (dB)} = -10 \log \left[\frac{P_1}{P_0} \right]$$

Method 4

This method is intended to minimize the ambiguities created by fibre parameter mismatches and the use of temporary joints. Although it incorporates a temporary joint, the measurement is not dependent on the reproducibility of the joint.

- a) Préparer le dispositif initial de mesure comme indiqué figure 9.

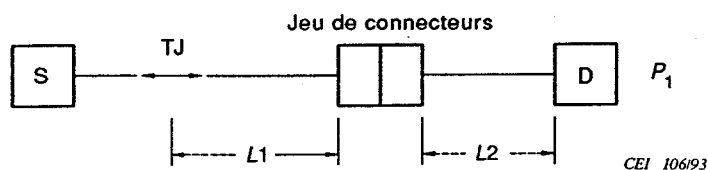


Figure 9

- b) Mesurer la puissance (P_1).
c) Couper la fibre entre la liaison temporaire et le jeu de connecteurs à l'emplacement ($L'1$) comme indiqué figure 10.

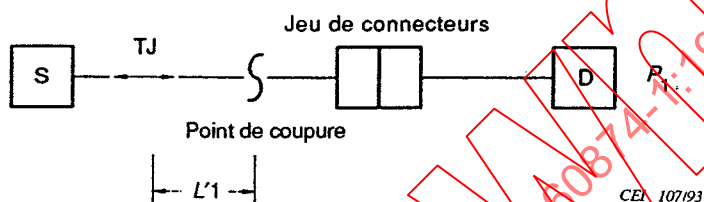


Figure 10

- d) Enlever du dispositif d'essai le jeu de connecteurs équipé de ses fibres.
e) Préparer l'extrémité de la fibre ($L'1$). La positionner par rapport au détecteur comme indiqué figure 11.

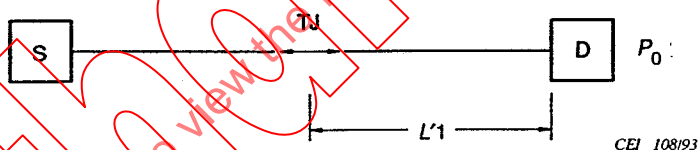


Figure 11

- f) Mesurer le niveau de puissance (P_0).
g) Calculer la perte d'insertion en utilisant l'équation suivante:

$$a_c \text{ (dB)} = -10 \log \left[\frac{P_1}{P_0} \right]$$

Méthode 5

Cette méthode s'applique aux jeux de connecteurs montés sur cordons. Le câble est coupé en son centre, de manière à former deux fibres amorces identiques. On mesure ensuite la perte d'insertion du jeu de connecteurs suivant la méthode 3 ou la méthode 4.

Méthode 6

Cette méthode s'applique aux jeux de connecteurs montés sur cordons et utilise un jeu de connecteurs de référence.

- a) Configure the initial measurement set-up as shown in figure 9.

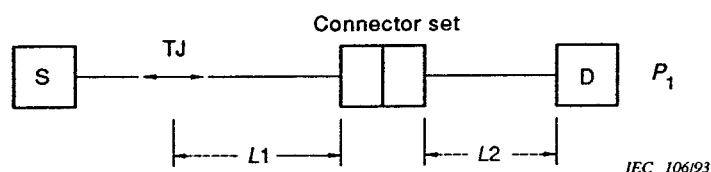


Figure 9

- b) Measure power (P_1).
- c) Cut the fibre between the temporary joint and the connector set at location ($L'1$) as shown in figure 10.

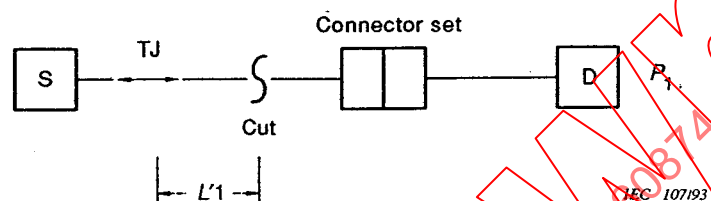


Figure 10

- d) Remove the connector set and its attached fibres from the test set-up.
- e) Prepare the fibre end of ($L'1$). Position it to the detector as shown in figure 11.

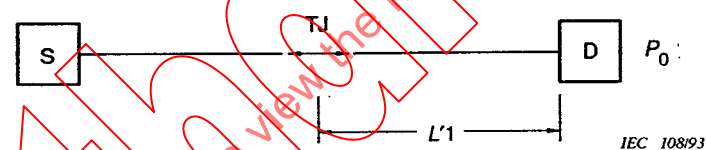


Figure 11

- f) Measure power level (P_0).
- g) Calculate the insertion loss using the following equation:

$$a_c \text{ (dB)} = -10 \log \left[\frac{P_1}{P_0} \right]$$

Method 5

This method applies to patch-cord connector sets. The cable is cut to the centre, forming two equal pigtailed connector sets. The connector set insertion loss is then measured in accordance with method 3 or 4.

Method 6

This method applies to patch-cord connector sets and uses a reference connector set.

- a) Préparer le dispositif d'essai comme indiqué figure 12.

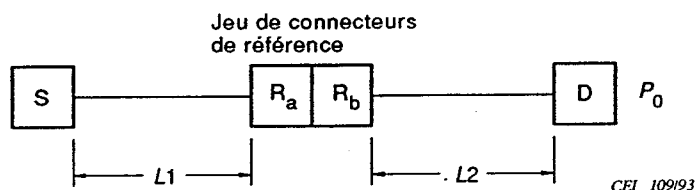


Figure 12

- b) Mesurer le niveau de puissance (P_0).
c) Désaccoupler le connecteur de référence et insérer le jeu de connecteurs à cordons comme indiqué figure 13.

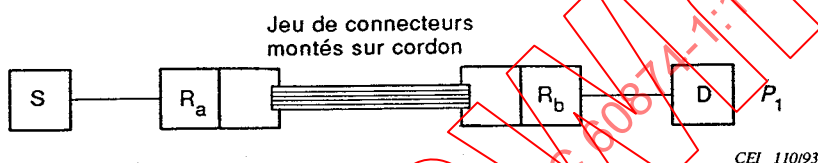


Figure 13

- d) Mesurer la puissance (P_1).
e) Calculer la perte d'insertion en utilisant l'équation suivante:

$$a_i \text{ (dB)} = -10 \log \left[\frac{P_1}{P_0} \right]$$

Méthode 7

Cette méthode s'applique aux jeux de connecteurs montés sur cordons et utilise un composant de référence. Elle permet également de calculer la perte d'insertion des deux fibres amorces obtenues en coupant l'ensemble cordon-connecteur au milieu de la longueur de fibre.

- a) Préparer le dispositif initial de mesure comme indiqué figure 14.

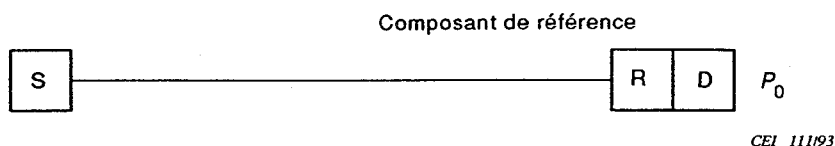


Figure 14

- b) Mesurer la puissance (P_0).
c) Enlever le composant de référence (R) du détecteur (D) et insérer l'ensemble cordon-connecteur $C_a - C_b$ comme indiqué figure 15.

- a) Configure the test set-up as shown in figure 12.

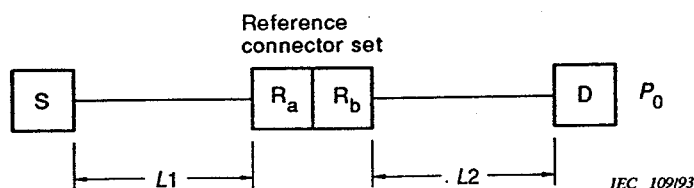


Figure 12

- b) Measure power level (P_0).
- c) Disconnect the reference connector set and insert the patch-cord connector set as shown in figure 13.

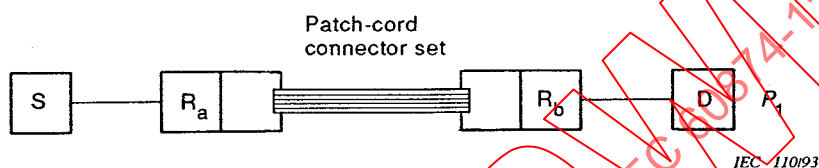


Figure 13

- d) Measure power (P_1).
- e) Calculate the insertion loss using the following equation:

$$a_c \text{ (dB)} = -10 \log \left[\frac{P_1}{P_0} \right]$$

Method 7

This method applies to patch-cord connector sets and uses a reference component. It also allows calculation of the insertion loss of the two pigtailed connector sets which results when a patch-cord arrangement is cut in the middle of the fibre length.

- a) Configure the initial measurement set-up as shown in figure 14.

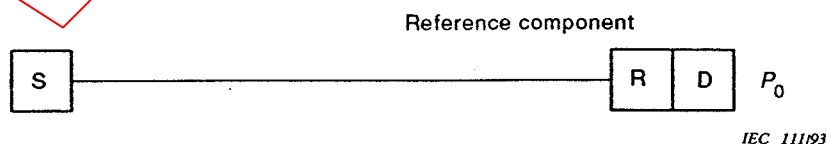
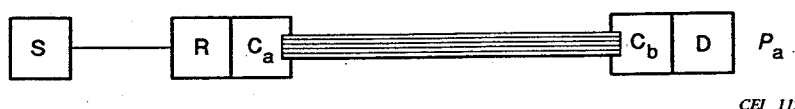


Figure 14

- b) Measure power (P_0).
- c) Remove the reference component (R) from the detector (D) and insert the patch-cord connector assembly $C_a - C_b$ as shown in figure 15.

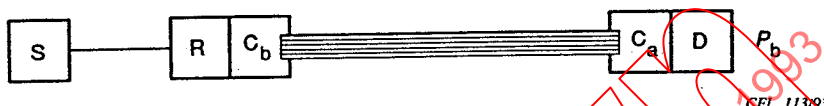


CEI 112/93

Figure 15

d) Mesurer la puissance (P_a).

e) Inverser l'ensemble cordon-connecteur comme indiqué figure 16.



CEI 113/93

Figure 16

f) Mesurer la puissance (P_b).

g) Calculer la perte par insertion du connecteur à cordons en utilisant l'équation suivante:

$$a_c \text{ (dB)} = -10 \log \left[\frac{P_a}{P_0} \right] - 10 \log \left[\frac{P_b}{P_0} \right] - X$$

où X est la perte moyenne par réflexion d'un jeu de connecteurs comme spécifié par la spécification en vigueur.

NOTE - Pour obtenir deux fibres amorcées à partir de connecteurs montés sur cordons, on coupe le câble en son milieu. La perte d'insertion de chaque fibre est donnée par les équations suivantes:

$$\text{Demi-connecteur «a»} \quad a_c \text{ (dB)} = -10 \log \left[\frac{P_a}{P_0} \right]$$

$$\text{Demi-connecteur «b»} \quad a_c \text{ (dB)} = -10 \log \left[\frac{P_b}{P_0} \right]$$

Si l'on accouple deux connecteurs C_m et C_n choisis au hasard, la perte d'insertion maximale de cette combinaison est donnée par l'équation suivante:

$$a_c \text{ (dB)} = \text{perte d'insertion } (C_m) + \text{perte d'insertion } (C_n) - X$$

où X est la perte moyenne par réflexion d'un jeu de connecteurs comme spécifié par la spécification en vigueur.

La valeur de perte d'insertion la plus probable est égale à la moitié de la valeur maximale calculée ci-dessus.



Figure 15

d) Measure power (P_a).

e) Reverse the patch-cord connector assembly as shown in figure 16.

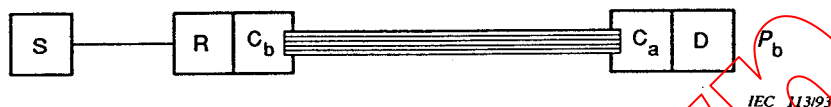


Figure 16

f) Measure power (P_b).

g) Calculate the insertion loss of the patch-cord connector using the following equation:

$$a_c \text{ (dB)} = -10 \log \left[\frac{P_a}{P_0} \right] - 10 \log \left[\frac{P_b}{P_0} \right] - X$$

where X is the average reflection loss of a connector set as specified in the relevant specification.

NOTE - If two pigtailed arrangements are to be produced from the patch-cord arrangement, the cable is cut in the middle. The insertion loss for each pigtailed arrangement is calculated using the following equations.

Half "a"
$$a_c \text{ (dB)} = -10 \log \left[\frac{P_a}{P_0} \right]$$

Half "b"
$$a_c \text{ (dB)} = -10 \log \left[\frac{P_b}{P_0} \right]$$

If randomly selected connector halves C_m and C_n are mated, the maximum insertion loss of the combination in decibels is calculated by the following equation:

$$a_c \text{ (dB)} = \text{insertion loss } (C_m) + \text{insertion loss } (C_n) - X$$

where X is the average reflection loss of a connector set as specified in the relevant specification.

The most probable insertion loss will equal one half of the maximum as calculated above.

Méthode 8

Cette méthode s'applique aux jeux de connecteurs montés sur cordons. Elle permet l'estimation de la performance moyenne souhaitée qu'un groupe de cordons peut fournir (y compris les raccords, si nécessaire), quand il est placé dans un environnement de système. Pour jeux de connecteurs montés sur cordons de câbles multimodes, la performance moyenne uniquement est applicable, puisque la perte individuelle d'un cordon particulier peut être dépendante de la position du câble dans le groupe de concaténation. Dans cette méthode, des jeux de connecteurs de référence normalisée ne sont pas nécessaires.

L'essai de concaténation doit être mis en place en utilisant un nombre de cordons et de raccords spécifié dans la spécification particulière, préparée en accord avec les instructions des fabricants, sauf indication contraire en spécification intermédiaire ou particulière.

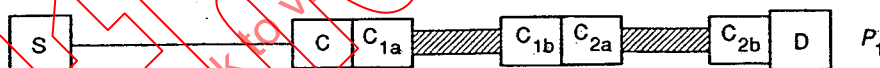
- a) Brancher le premier cordon (C_{1a}/C_{1b}) la source (S) et le détecteur (D), et si nécessaire introduire une unité d'excitation (E), un extracteur de mode de gaine (CMS). Mesurer et relever la valeur de la puissance de sortie P_0 .



- CEI 114/93

Figure 17

- b) Débrancher le détecteur. Ajouter un raccord, si nécessaire, un deuxième cordon (C_{2a}/C_{2b}) à la ligne optique et brancher le deuxième cordon au détecteur (voir figure 18). Lire et relever la puissance de sortie P_1 .



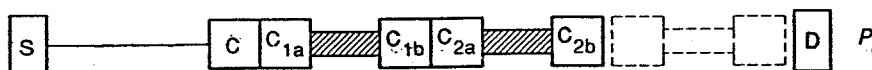
CEI 115/93

Figure 18

- c) Déconnecter C_{2b} du détecteur et insérer le nouveau raccord et le cordon à mesurer. Mesurer et relever la puissance de sortie.

- d) L'étape c) est répétée en ajoutant des cordons supplémentaires entre le détecteur et la chaîne existante de cordons (voir figure 19).

Mesurer et relever la puissance de sortie après des additions successives jusqu'à ce que tous les assemblages soient installés.



CEI 116/93

Figure 19

- e) Calculer la perte individuelle de chaque connexion.

Method 8

This method applies to patch-cord connector sets. It provides one estimate of the expected average performance that a group of patch-cords (including adaptors, if applicable) will exhibit when placed in a system environment. For multimode cable patch-cord connector sets, average performance only is applicable since the individual loss of a particular patch-cord may be dependent on the position of the cable in the concatenation group. In this method, standard reference connector sets are not required.

The concatenation test shall be run using the number of patch-cords and adaptors specified in the detail specification, prepared according to the manufacturers instructions, unless specified otherwise in the sectional or detail specification.

- a) Connect the first patch-cord (C_{1a}/C_{1b}), source (S) and detector (D), and if specified incorporate an excitation unit (E) and a cladding mode stripper (CMS). Measure and record the output power P_0 .

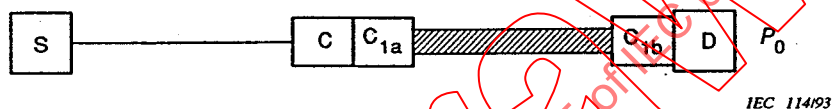


Figure 17

- b) Disconnect the detector. Add an adaptor, if applicable, and a second patch-cord (C_{2a}/C_{2b}) to the optical path. Connect the second patch-cord to the detector (see figure 18). Read and record output power P_1 .

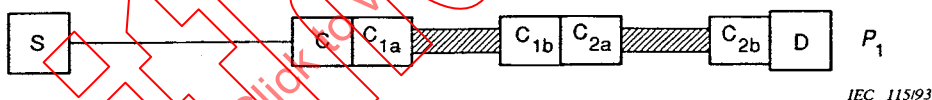


Figure 18

- c) Disconnect C_{2b} from the detector and insert the next adaptor and patch-cord to be tested. Measure and record the output power.
- d) Step c) is repeated adding additional patch-cords between the detector and the existing chain of patch-cords (see figure 19).

Measure and record the output power after successive additions until all assemblies have been installed.

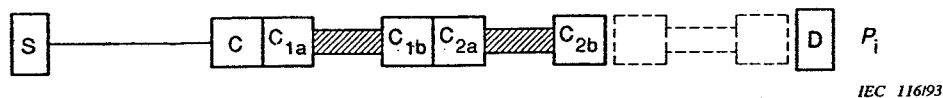


Figure 19

- e) Calculate the individual loss for each patch-cord.

La perte d'insertion de la «ième» connexion est donnée par l'expression:

$$a_c \text{ (dB)} = -10 \log \left[\frac{P_i}{P_{i-1}} \right]$$

Calculer la perte moyenne de n cordons.

$$a_{c(\text{avg})} = \frac{\sum_{i=1}^n a_{c(i)}}{n} \quad \text{(dB)}$$

où n est le nombre de cordons à concaténer.

Méthode 9

Cette méthode est utilisée pour tester les raccords. Elle nécessite un jeu de connecteurs de référence pour la configuration fiche-raccord-fiche.

- a) Préparer le dispositif initial de mesure comme indiqué figure 20.

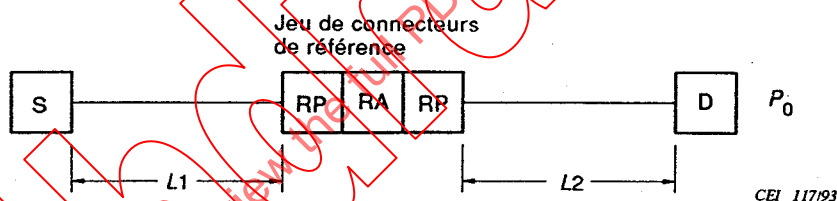


Figure 20

- b) Mesurer la puissance (P_0).
c) Enlever le raccord de référence (RA) et le remplacer par le raccord (A) à mesurer, comme indiqué figure 21.

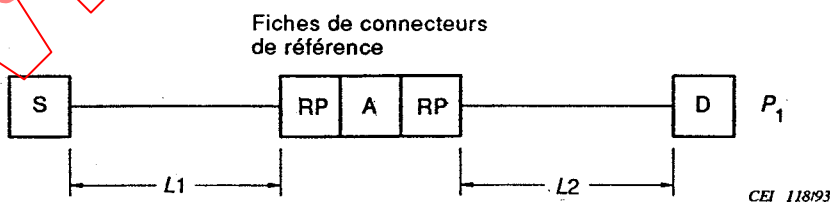


Figure 21

- d) Mesurer la puissance (P_1).
e) Calculer la perte d'insertion du raccord (A) en utilisant l'équation suivante:

$$a_A \text{ (dB)} = -10 \log \left[\frac{P_1}{P_0} \right]$$

The insertion loss of the "i"th patch-cord is defined as

$$a_c \text{ (dB)} = -10 \log \left[\frac{P_i}{P_{i-1}} \right]$$

Calculate the average loss of n patch-cords.

$$a_{c(\text{avg})} = \frac{\sum_{i=1}^n a_{c(i)}}{n} \quad \text{(dB)}$$

where n is the number of patch-cords to be concatenated.

Method 9

This method is used for testing adaptors. A standard reference connector set of the plug-adaptor-plug configuration is required.

- a) Configure the initial measurement set-up as shown in figure 20.

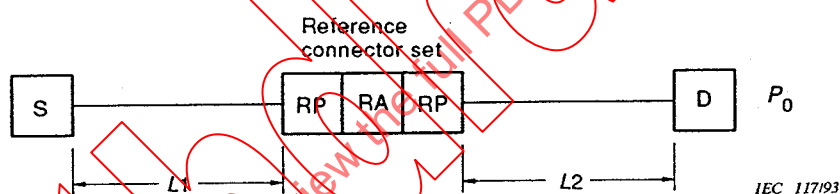


Figure 20

- b) Measure power (P_0).
c) Remove the reference adaptor (RA) and replace it with the adaptor (A) to be measured as shown in figure 21.

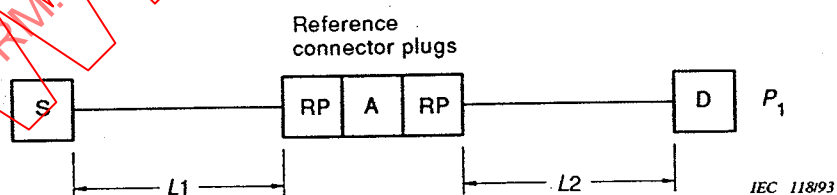


Figure 21

- d) Measure power (P_1).
e) Calculate the insertion loss of the adaptor (A) using the following equation:

$$a_A \text{ (dB)} = -10 \log \left[\frac{P_1}{P_0} \right]$$

NOTES

1 Dans cette méthode, la valeur résultante a_A est la perte supplémentaire produite par le raccord sous essai par rapport à celle du raccord de référence pour un niveau de puissance (P_0). Par conséquent, cette méthode peut fournir des valeurs de perte (a_A) négatives (gain apparent pour le raccord) et les résultats doivent être interprétés avec prudence.

2 Utiliser les longueurs des fibres L_1 et L_2 , comme spécifié dans la spécification intermédiaire et/ou particulière.

3 RP: fiche de référence.
RA: raccord de référence.

4.4.7.5 Détails à préciser

Les détails suivants doivent, le cas échéant, être spécifiés par la spécification en vigueur:

- Méthode;
- type de fibre;
- type de câble;
- source de lumière;
- détecteur de lumière;
- conditions du mode d'injection;
- nombre de mesures dont on fera la moyenne;
- procédure de préconditionnement;
- procédure de reprise;
- exigences fonctionnelles:
 - perte d'insertion admissible;
 - écart type admissible de la perte d'insertion;
- écarts.

Autres détails à préciser pour la méthode 1:

- longueur (L);
- longueur (L_1);
- longueur (L_2).

Autres détails à préciser pour la méthode 2:

- longueur (L);
- longueur (L_1);
- longueur (L_2);
- perte moyenne maximale d'insertion de la liaison temporaire;
- écart normal maximal de la perte d'insertion de la liaison temporaire.

Autres détails à préciser pour la méthode 3:

- longueur (L);
- longueur (L_2);
- longueur (L_3);
- perte moyenne maximale d'insertion des liaisons temporaires;
- écart normal maximal de la perte d'insertion de la liaison temporaire.

NOTES

1 In this method, the resultant value, a_A , is the additional loss that the adaptor under test produces compared to that associated with the reference adaptor in power level (P_0). Therefore, this method may yield loss values, a_A , that are negative (apparent gain for the adaptor) and care shall be used in interpreting the results.

2) Use lengths of fibre L_1 and L_2 as specified in the sectional and/or detail specifications.

3) RP: reference plug.

RA: reference adaptor.

4.4.7.5 Details to be specified

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

- method;
- fibre type;
- cable type;
- source type;
- detector type;
- launch mode conditions;
- number of measurements to be averaged;
- preconditioning procedure;
- recovery procedure;
- performance requirements:
 - allowable insertion loss;
 - allowable standard deviation of the insertion loss;
- deviations.

Additional details to be specified for method 1:

- length (L);
- length (L_1);
- length (L_2).

Additional details to be specified for method 2:

- length (L);
- length (L_1);
- length (L_2);
- maximum mean insertion loss of temporary joint;
- maximum standard deviation of temporary joint insertion loss.

Additional details to be specified for method 3:

- length (L_1);
- length (L_2);
- length (L_3);
- maximum mean insertion loss of temporary joints;
- maximum standard deviation of temporary joint insertion loss.

Autres détails à préciser pour la méthode 4:

- longueur (L1);
- longueur (L2);
- Longueur L'1);
- perte d'insertion moyenne maximale de la liaison temporaire;
- écart normal maximal de la perte d'insertion de la liaison temporaire;
- répétabilité du niveau de puissance lumineuse P_0 .

Autres détails à préciser pour la méthode 5:

- longueur (L1);
- longueur (L2);
- méthode à utiliser (3 ou 4);
- autres détails pour la méthode choisie.

Autres détails à préciser pour la méthode 6:

- longueur (L1);
- longueur (L2);
- définition des composants de référence.

Autres détails à préciser pour la méthode 7:

- définition des composants de référence;
- perte moyenne du jeu de connecteurs par réflexion.

Autres détails à préciser pour la méthode 8:

- longueur du cordon;
- nombre total «n» de cordons à concaténer;
- nombre d'accouplements aléatoires à chaque connexion;
- perte moyenne du cordon

Autres détails à préciser pour la méthode 9:

- longueur (L1);
- longueur (L2);
- définition des composants de référence.

4.4.8 Modification de l'affaiblissement

4.4.8.1 But

Le but de cette procédure est de mesurer la modification de l'affaiblissement pouvant résulter d'un essai en environnement.

4.4.8.2 Description générale

La puissance optique transmise est mesurée avant le démarrage de l'essai de conditionnement initial. On contrôle le niveau de puissance pendant et après la procédure de

Additional details to be specified for method 4:

- length (L1);
- length (L2);
- length (L'1);
- maximum mean insertion loss of temporary joint;
- maximum standard deviation of temporary joint insertion loss;
- power level P_0 repeatability.

Additional details to be specified for method 5:

- length (L1);
- length (L2);
- method to be used (3 or 4);
- additional details per selected method.

Additional details to be specified for method 6:

- length (L1);
- length (L2);
- definition of reference components.

Additional details to be specified for method 7:

- definition of reference components;
- average reflection loss of connector set.

Additional details to be specified for method 8:

- length of the patch-cord;
- the total number "n" of patch-cords to be concatenated;
- the number of random matings for each connection;
- the average insertion loss.

Additional details to be specified for method 9:

- length (L1);
- length (L2);
- definition of reference components.

4.4.8 *Change in attenuation*

4.4.8.1 *Purpose*

The purpose of this procedure is to measure the change in attenuation which may result from an environmental test.

4.4.8.2 *General description*

The transmitted optical power is measured before the primary test conditioning begins. The power level is monitored during and after the conditioning process and the change is

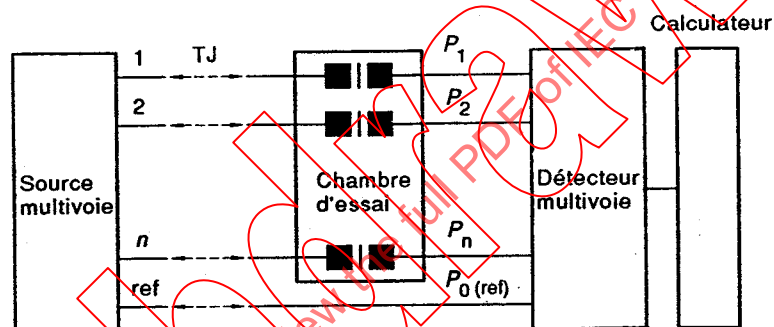
conditionnement et on calcule la modification. On mesure également la puissance optique transmise à travers une fibre de référence (non comprise dans l'essai de conditionnement en environnement). Le changement du niveau de puissance dans la fibre de référence est attribué aux instabilités de la source et/ou du détecteur. Il est soustrait pour obtenir la valeur finale de la modification de puissance du jeu de connecteurs.

4.4.8.3 Matériel

L'appareillage comprend:

- une source de puissance optique multivoie;
- un détecteur multivoie;
- des liaisons temporaires pour relier le jeu de connecteurs à la source et au détecteur;
- des filtres de mode;
- des instruments électroniques.

Le dispositif de mesure est illustré par le schéma fonctionnel de la figure 22.



CEI 11993

NOTE – La chambre d'essai est définie dans l'essai d'environnement.

Figure 22

Source multivoie

On peut obtenir une puissance optique multivoie soit en injectant la puissance d'une source optique simple dans un diviseur de puissance, soit en utilisant un certain nombre de sources optiques distinctes stabilisées ou tout autre moyen répondant aux exigences de stabilité prescrites.

Source de puissance optique

La source de puissance optique émettra sur des longueurs d'onde appropriées pour les fibres d'essai utilisées. Cette puissance doit pouvoir être modulée ou démodulée comme spécifié par la spécification en vigueur.

Une diode électroluminescente (LED) ou une diode laser avec une bande de rayonnement adéquate sont des sources de puissance appropriées.

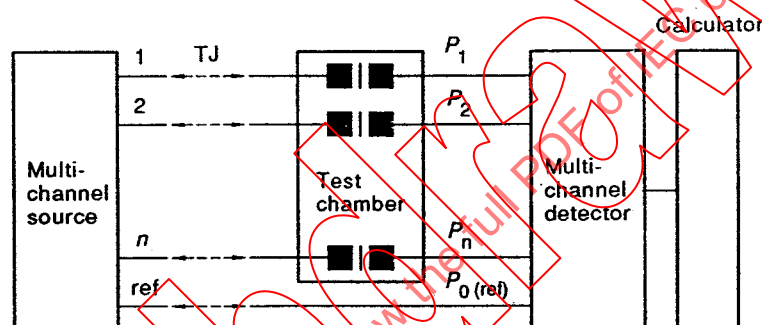
calculated. The transmitted optical power through a reference fibre (not involved in the environmental test conditioning) is also monitored. Changes in the power level through the reference fibre are attributed to instabilities in the source and/or the detector system and are subtracted to obtain the final power level change through the connector set.

4.4.8.3 Apparatus

The apparatus consists of:

- a multi-channel optical power source;
- a multi-channel detector;
- temporary joints for attaching the connector set to the source and detector;
- mode filters;
- electronic instrumentation.

The measurement set-up is functionally illustrated in figure 22.



IEC 119/93

NOTE – The test chamber is defined in the environmental test.

Figure 22

Multi-channel source

The multiple channels of optical power may be achieved by using either a single optical source launching power into a power divider or by using a number of discrete stabilized optical sources or by any other mean which fulfils the prescribed stability requirements.

Optical power source

The optical power source shall emit wavelengths suitable for the fibres used in the test. The power shall be capable of being modulated or unmodulated as specified in the relevant specification.

A light-emitting diode (LED) or a laser diode (LD) with a suitable radiation band are convenient sources.

Diviseur de puissance optique

Le diviseur de puissance optique doit être capable de diviser la puissance en rapports constants, sans tenir compte des fluctuations de la puissance injectée ou des influences extérieures. Les facteurs de séparation ne doivent pas nécessairement être égaux.

On peut utiliser des coupleurs étoiles ou des coupleurs à deux voies disponibles sur le marché ou bien des dispositifs fabriqués à la demande.

Détecteurs

Les détecteurs doivent avoir une surface active suffisante et être placés suffisamment près de l'extrémité de la fibre au niveau de la liaison temporaire pour détecter tous les rayonnements émis par celle-ci. Chaque détecteur doit être du même type et provenir du même fabricant et être linéaire de 3 % au-dessus de la plage de puissance optique rencontrée, sauf indication contraire. Il n'est pas nécessaire que chacun des détecteurs soit accouplé dans la réponse de crête ou complètement calibré, du moment que la linéarité est assurée.

Pour les signaux non modulés, les diodes PIN photovoltaïques sont recommandées en raison de leur linéarité et de leur faible courant d'obscurité. Ces dernières doivent fonctionner dans des composants électroniques parfaitement filtrés pour minimiser les bruits.

Pour les signaux modulés, des diodes PIN photoconductrices sont recommandées en raison de leur faible bruit et de leur bonne réponse en fréquence. Ces dernières doivent fonctionner dans des composants électroniques accordés pour réduire le bruit. On peut employer des techniques de détection synchrone pour obtenir des rapports signal à bruit optimaux.

Liaisons temporaires

Les liaisons temporaires (TJ) doivent être stables dans une plage de $\pm 0,10$ dB pendant toute la durée de l'essai de la mesure, sauf indication contraire.

Les connecteurs disponibles sur le marché ou tout autre moyen répondant aux exigences de stabilité prescrites peuvent être utilisés.

Filtres de modes

On doit veiller à ce que les modes de gaine n'affectent pas les mesures. Les modes de gaine doivent être éliminés soit par une fonction naturelle de la longueur de fibre, soit par adjonction de filtres de mode.

On doit effectuer un filtrage supplémentaire après initialisation du diviseur de puissance et avant injection de la puissance dans le spécimen d'essai.

Calculateur

Les résultats de l'appareil peuvent être analogiques ou numériques. Les dispositifs d'affichage ou d'enregistrement peuvent être à enregistrements ou à rapports multiples, ces derniers étant les plus appropriés. Les dispositifs conseillés pour la conversion des

Optical power divider

The optical power divider shall be capable of dividing the power in constant ratios regardless of input power fluctuations or external influences. The splitting factors need not be equal.

Commercially available star couplers, two-channel couplers or custom made devices may be used.

Detectors

The detectors shall be of a sufficient active area and placed sufficiently close to the end of the fibre at the temporary joint to detect all radiation emitted from it. Each detector shall be of the same manufacturer and model and shall be linear within 3 % over the range of optical power to be encountered unless otherwise specified. The individual detectors need not be matched in peak responsivity nor be calibrated absolutely if linearity can be assured.

For unmodulated signals, photovoltaic PIN diodes are recommended because of their linearity and low dark current. These should operate into well-filtered electronics to minimize noise.

For modulated signals, photoconductive PIN diodes are recommended because of their low noise and good frequency response. These should operate into tuned electronics to reduce noise. Synchronous detection techniques may be employed to achieve maximum signal to noise ratios.

Temporary joints

The temporary joints (TJ), shall be stable within $\pm 0,10$ dB over the course of the test/measurement unless otherwise specified.

Commercially available connectors or other means to fulfil the stability requirements may be used.

Mode filters

Precautions shall be taken to ensure that cladding modes do not affect the measurements. Cladding modes shall be stripped either as a natural function of the fibre length or by adding cladding mode filters.

Mode filtering shall be accomplished after the source power divider and before the input to the test specimen.

Calculator

Instrument output may be analog or digital. Read-out devices or recording devices may be multiple-record or ratio, the latter being more convenient. Suggested devices for conversion of the detector outputs to a ratio include digital voltmeters or lock-in amplifiers with

résultats du détecteur en rapport comprennent les voltmètres numériques ou les amplificateurs de blocage avec détecteur de rapport, les modules diviseurs de tension, les amplificateurs de rapport ou les convertisseurs A/N admettant une entrée de référence extérieure.

4.4.8.4 Procédure

- a) Installer la fibre de référence. Cette fibre doit être identique à celle utilisée pour le spécimen d'essai et protégée de toute condition ambiante susceptible de modifier son atténuation.
- b) Installer les spécimens d'essai.
- c) Stabiliser et enregistrer tous les niveaux de puissance. Au moment initial prescrit par la spécification en vigueur, enregistrer les niveaux de puissance de chaque spécimen et la fibre de référence. Ce niveau de puissance est désigné par P_i .
- d) Au moment prescrit par la spécification en vigueur, relever les niveaux de puissance de chaque spécimen et la fibre de référence. Ce niveau de puissance est désigné par P_t .
- e) Calculer la modification de l'affaiblissement non corrigée à l'aide de l'équation suivante:

$$\text{Modification de l'affaiblissement non corrigée, (dB)} = 10 \log \left[\frac{P_i}{P_t} \right]$$

Ce calcul doit être effectué pour chaque spécimen et pour la fibre de référence.

- f) Corriger la modification de l'affaiblissement non corrigée de chaque spécimen en déduisant la modification de l'affaiblissement de la fibre de référence.

4.4.8.5 Détails à préciser

Les détails suivants doivent, le cas échéant, être spécifiés par la spécification en vigueur:

- source modulée ou non modulée;
- cohérence de la source;
- longueur d'onde de crête de la source;
- conditions de lancement;
- type de fibre; longueur;
- type de câble; longueur;
- prescriptions de la fibre de référence;
- linéarité et stabilité de l'élément détecteur;
- moment initial de relevé des niveaux de puissance;
- moment de relevé des niveaux de puissance pour le calcul des modifications;
- exigences fonctionnelles:
 - modification admissible de la puissance optique transmise;
- écarts.

ratio capability, voltage divider modules, ratio amplifiers or A/D converters with provision for an external reference input.

4.4.8.4 Procedure

- a) Install the reference fibre. The fibre shall be identical to that used with the test specimen and shall be protected from any environmental conditioning that might change its attenuation.
- b) Install the test specimens.
- c) Stabilize and record all power levels. At the initial time prescribed in the relevant specification, record the power levels for each specimen and for the reference fibre. This power level is designated P_i .
- d) At the prescribed time specified in the relevant specification, read the power levels for each test specimen and for the reference fibre. This power level is designated P_t .
- e) Calculate the uncorrected change in attenuation using the following equation:

$$\text{Uncorrected attenuation change (dB)} = 10 \log \left[\frac{P_i}{P_t} \right]$$

This calculation shall be made for each specimen and for the reference fibre.

- f) Correct each specimen's uncorrected change by subtracting the attenuation change for the reference fibre.

4.4.8.5 Details to be specified

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

- modulated or unmodulated source;
- coherence of source;
- peak wavelength of source;
- launch conditions;
- fibre type and length;
- cable type and length;
- reference fibre specification;
- detector linearity and stability;
- initial time to read power levels;
- time to read power levels to evaluate change;
- performance requirements:
 - allowable change in attenuation;
- deviations.

4.4.9 Diaphonie ou diaphotie

4.4.9.1 But

Dans le cas de connecteurs multivoies, le couplage entre la lumière d'une voie optique et une autre peut se produire. Cette procédure donne la mesure des puissances de deux voies optiques couplées transversalement vers l'avant et vers l'arrière lors de l'insertion d'un connecteur optique dans un câble multifibre.

4.4.9.2 Description générale

Les figures 23 et 24 illustrent le principe de la méthode de mesure de la diaphonie. La longueur du câble (L) est réduite de manière à rendre négligeable l'affaiblissement de la fibre.

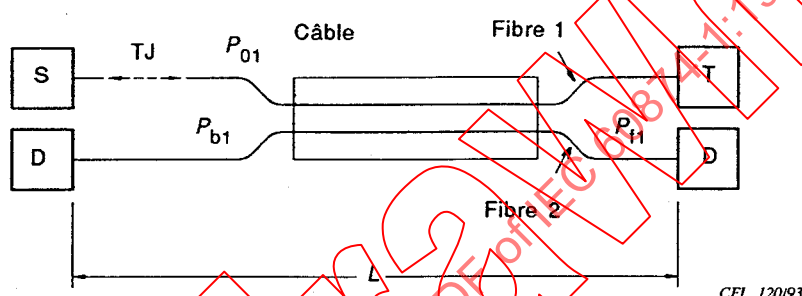


Figure 23 – Câble sans connecteur

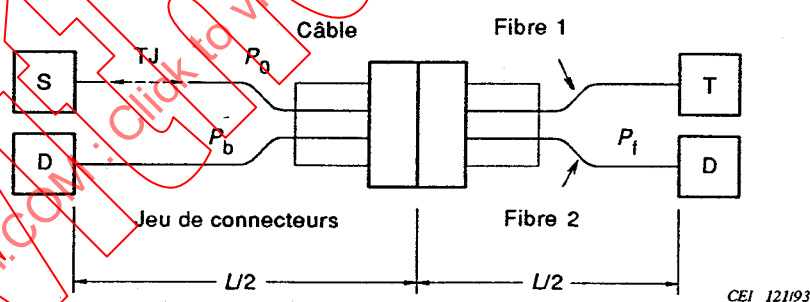


Figure 24 – Câble avec connecteur

Cette méthode consiste à mesurer la diaphonie avant et après l'insertion d'un jeu de connecteurs dans le câble. Ces mesures sont effectuées pour la diaphonie dans le sens de la transmission du signal (P_{11} , P_2), et en rétrodiffusion (P_{b1} , P_b).

Symboles

P_0 est la puissance optique injectée dans la fibre 1 du câble relié au connecteur

P_1 est la puissance optique transmise vers l'avant de la fibre 2 (télédiaphonie)

P_b est la puissance optique transmise vers l'arrière de la fibre 2 (paradiaphonie)

4.4.9 Crosstalk

4.4.9.1 Purpose

In multipatch connectors, cross-coupling of light between optical paths can occur. This procedure gives a measurement of the backward and the forward coupled powers between two optical paths due to the insertion of an optical connector set in a multifibre cable.

4.4.9.2 General description

Figures 23 and 24 illustrate the principle of the method for crosstalk measurement. The cable length (L) is shortened to make the fibre attenuation negligible.

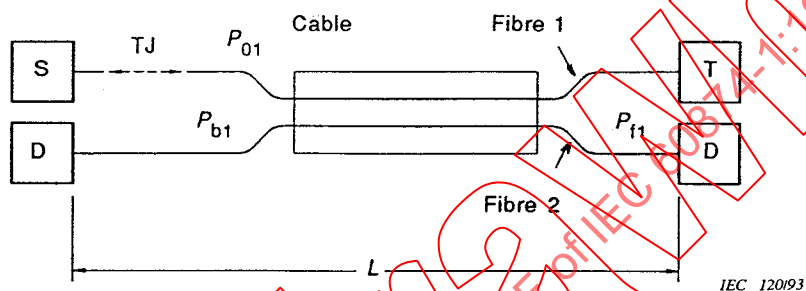


Figure 23 – Cable without connector

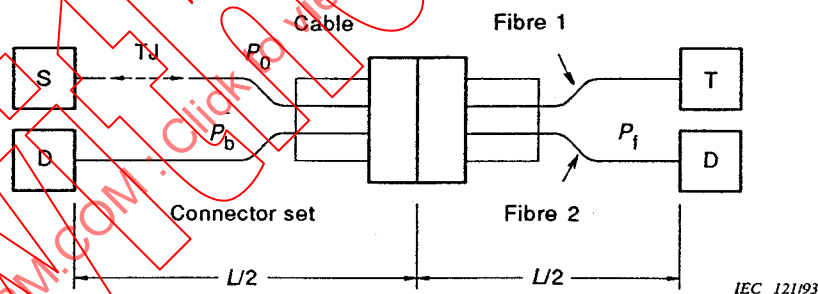


Figure 24 – Cable with connector

The method consists of measuring the crosstalk before and after insertion of the connector set in the cable. The measurements are made for both the forward (P_{f1} , P_f) and the back-scattering (P_{b1} , P_b) crosstalk.

Symbols

P_0 is the optical input power in fibre 1 with connector

P_f is the forward power output of fibre 2 with connector

P_b is the backward power output of fibre 2 with connector

P_{01} est la puissance optique admise sur la fibre 1 du câble sans connecteur

P_{f1} est la puissance optique transmise vers l'avant de la fibre 2 sans connecteur

P_{b1} est la puissance transmise vers l'arrière de la fibre 2 sans connecteur

P_{f1}/P_{01} est le rapport télédiaphonique d'un câble sans connecteur

P_{b1}/P_{01} est le rapport paradiaphonique d'un câble sans connecteur

La télédiaphonie du jeu de connecteurs est donnée par l'équation suivante:

$$\text{Télédiaphonie (dB)} = -10 \log \left[\frac{P_f}{P_0} - \frac{P_{f1}}{P_{01}} \right]$$

La paradiaphonie du jeu de connecteurs est donnée par l'équation suivante:

$$\text{Paradiaphonie (dB)} = -10 \log \left[\frac{P_b}{P_0} - \frac{P_{b1}}{P_{01}} \right]$$

NOTE - Lorsque la puissance optique couplée transversalement n'entre pas dans la limite de détection du détecteur, on peut dire que la diaphonie est inférieure à cette limite.

Un connecteur à deux fibres est présenté en figure 24. Dans ce cas, les mesures doivent être faites en utilisant alternativement les fibres 1 et 2 comme voie excitée par la source (S) avant et après insertion du connecteur.

Dans le cas de connecteurs asymétriques, les mesures doivent être effectuées en excitant alternativement chaque fibre dans les deux directions.

Dans le cas de connecteurs de plus de deux voies, les voies à mesurer seront spécifiées par la spécification en vigueur.

4.4.9.3 Matériel

L'appareillage comprend:

- une source optique (S);
- une liaison temporaire (TJ);
- une longueur de câble multifibre;
- une terminaison (T);
- un élément détecteur (D);
- les moyens nécessaires à la préparation et au contrôle visuel des extrémités des fibres.

P_{01} is the optical input power in fibre 1 without a connector attached

P_{f1} is the forward power output of fibre 2 without a connector attached

P_{b1} is the backward power output of fibre 2 without a connector attached

P_{f1}/P_{01} is the forward crosstalk ratio of the cable without a connector attached

P_{b1}/P_b is the backward crosstalk ratio of the cable without connector attached

The forward crosstalk of the connector set is given by the following equation:

$$\text{Forward crosstalk (dB)} = -10 \log \left[\frac{P_f}{P_0} - \frac{P_{f1}}{P_{01}} \right]$$

The backward crosstalk of the connector set is given by the following equation:

$$\text{Backward crosstalk (dB)} = -10 \log \left[\frac{P_b}{P_0} - \frac{P_{b1}}{P_{01}} \right]$$

NOTE - When the cross-coupled optical power is under the detection limit of the detector, the crosstalk can be stated as being below this limit.

A two fibre connector is shown in figure 24. In this case, the measurements shall be made by alternatively using fibre 1 and fibre 2 as the path excited by the source (S) before and after insertion of the connector set.

For connectors of asymmetric optical design, the measurements shall be made with each fibre alternatively excited in both directions.

For connector sets with more than two paths, the selection of the paths to be measured shall be specified in the relevant specification.

4.4.9.3 Apparatus

The apparatus consists of:

- an optical source (S);
- a temporary joint (TJ);
- a length of multifibre cable;
- a termination (T);
- a detector unit (D);
- the means necessary to prepare and visually control free ends of the fibres.

4.4.9.4 Procédure

NOTE - Voir figures 23 et 24.

- a) Mettre sous tension (S) et (D) et attendre qu'ils se stabilisent.
- b) Sélectionner les fibres 1 et 2 comme indiqué dans la spécification en vigueur.
- c) Préparer les extrémités de la fibre en les clivant ou en les polissant pour obtenir des surfaces lisses, bien planes et perpendiculaires à l'axe de la fibre.
- d) Raccorder (S) à l'une des extrémités de la fibre 1 au moyen de (TJ), et raccorder (D) à l'autre extrémité. Dans la mesure du possible, régler (TJ) de façon à optimiser la puissance de sortie. Eviter de déplacer (S) et (D) pendant la séquence de mesure.
- e) Remplacer (D) par (T) à l'extrémité de la fibre 1.
- f) Raccorder (D) à l'extrémité de la fibre 2, à proximité de (S), puis mesurer (P_{b1}).
- g) Raccorder (D) à l'extrémité opposée de la fibre 2 et mesurer (P_{f1}).
- h) Couper la fibre 1 à environ 200 mm de (TJ) et mesurer la puissance (P_{o1}) à l'aide de (D).
- i) Insérer le jeu de connecteurs au milieu de la longueur L de câble en appliquant la procédure d'installation fournie par le fabricant du connecteur.
- j) Répéter les opérations d) à h) pour mesurer (P_b), (P_f) et (P_o).
- k) Calculer la télédiaphonie et la paradiaphonie entre les fibres 1 et 2 à l'aide des formules données en 4.4.9.2.

4.4.9.5 Détails à préciser

Les détails suivants doivent, le cas échéant, être spécifiés par la spécification en vigueur:

- type de la source (S), longueur d'onde de crête, largeur spectrale et stabilité;
- conditions de lancement;
- type et propriétés de la liaison temporaire (TJ);
- type de l'élément détecteur (D), réponse spectrale, gamme dynamique et surface de détection;
- type de fibre et longueur (L);
- type de câble et longueur (L);
- technique de raccordement (T);
- exigences fonctionnelles:
 - télédiaphonie admissible;
 - paradiaphonie admissible;
- écarts.

4.4.10 Immunité à l'éclairement extérieur

4.4.10.1 But

Le but de cette procédure est de mesurer l'immunité d'un jeu de connecteurs au couplage de la puissance provenant de sources de lumière extérieure dans la fibre optique.

4.4.9.4 Procedure

NOTE - See figures 23 and 24.

- a) Energize (S) and (D) for a sufficient time to achieve the stability.
- b) Select fibre 1 and fibre 2 as given in the relevant specification.
- c) Prepare the fibre ends by either cleaving or polishing to give surfaces which are smooth and substantially plane and perpendicular to the fibre axis.
- d) Connect (S) to one end of fibre 1 with (TJ) and connect (D) to the opposite end of fibre 1. When possible, adjust (TJ) to maximize the output power. Avoid disturbing (S) and (D) throughout the measurement sequence.
- e) At the end of fibre 1 replace (D) with (T).
- f) Connect (D) to the end of fibre 2 next to (S) and measure (P_{b1}).
- g) Connect (D) to the opposite end of fibre 2 and measure (P_{f1}).
- h) Cut fibre 1 approximately 200 mm from (TJ) and measure power (P_{o1}) using (D).
- i) Insert the connector set in the middle of the length L of the cable applying the installation procedure given by the connector manufacturer.
- j) Repeat operations d) through h) to measure (P_b), (P_f) and (P_o).
- k) Calculate the forward and backward crosstalk between fibres 1 and 2 using the formulae given in 4.4.9.2.

4.4.9.5 Details to be specified

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

- source (S) type, peak wavelength, spectral width and stability;
- launch conditions;
- temporary joint (TJ) type and characteristics;
- detector unit (D) type, spectral response, dynamic range and detector area;
- fibre type and length (L);
- cable type and length (L);
- termination technique (T);
- performance requirements:
 - allowable backward crosstalk;
 - allowable forward crosstalk;
- deviations.

4.4.10 Ambient light coupling

4.4.10.1 Purpose

The purpose of the procedure is to measure the connector set susceptibility to allow power to couple into the optical fibre from external light sources.

4.4.10.2 Description générale

Cette procédure offre deux méthodes de mesure.

La méthode 1 est une méthode directe consistant à éclairer uniformément pour une source lumineuse extérieure le jeu de connecteurs accouplés dans toutes les directions.

La méthode 2 est une méthode indirecte consistant à mesurer l'immunité à l'éclairement extérieur d'un jeu de connecteurs accouplés lorsque la fibre est excitée par une source laser. Cette méthode permet d'augmenter la gamme dynamique mais fournit une valeur d'éclairement extérieur parfois moins exacte que la méthode 1.

4.4.10.3 Matériel

L'appareillage comprend:

- une source de lumière (S);
- un modulateur (C). Utiliser un modulateur de signaux carrés de fréquence 313 Hz ou 939 Hz ou toute autre fréquence non multiple intégral de 50 Hz ou 60 Hz;
- un atténuateur étalonné (AT), réglable de 0 dB à 30 dB;
- une lentille;
- une sphère intégratrice (IS);
- une surface diffusante (F);
- deux éléments détecteurs (D);
- un amplificateur de blocage (LA);
- une terminaison (T);
- une longueur (L) de câble optique;
- les moyens nécessaires pour préparer et contrôler visuellement les extrémités libres des fibres.

4.4.10.4 Procédure

Méthode 1 (émission externe de lumière)

La méthode 1 consiste à mesurer la lumière ambiante couplée dans la fibre avant et après insertion du jeu de connecteurs dans le câble.

- a) Configurer le dispositif d'essai comme indiqué figure 25.

4.4.10.2 General description

This procedure offers two measurement methods.

Method 1 is a direct method which consists of illuminating the mated connector set uniformly from all directions by an external source.

Method 2 is an indirect method which consists of measuring the leakage of light from a mated connector set when the fibre is excited by a laser source. This method presents a larger dynamic range measurement but may not give as exact a value of the ambient light coupling as method 1.

4.4.10.3 Apparatus

The apparatus shall consist of the following:

- a light source (S);
- a chopper (C). Use a square-wave chopper at 313 Hz or 939 Hz or any frequency that is not an integral multiple of 50 Hz or 60 Hz;
- a calibrated attenuator (AT), adjustable from 0 dB to 30 dB;
- a lens;
- an integrating sphere (IS);
- an optical scattering plate (F);
- two detector units (D);
- a lock-in amplifier (LA);
- a termination (T);
- a length (L) of optical cable;
- the means necessary to prepare and visually control the free ends of the fibres.

4.4.10.4 Procedure

Method 1 (external light source)

Method 1 consists of measuring the ambient light coupled in the fibre before and after insertion of the connector set in the cable.

- a) Configure the test set-up as shown in figure 25.

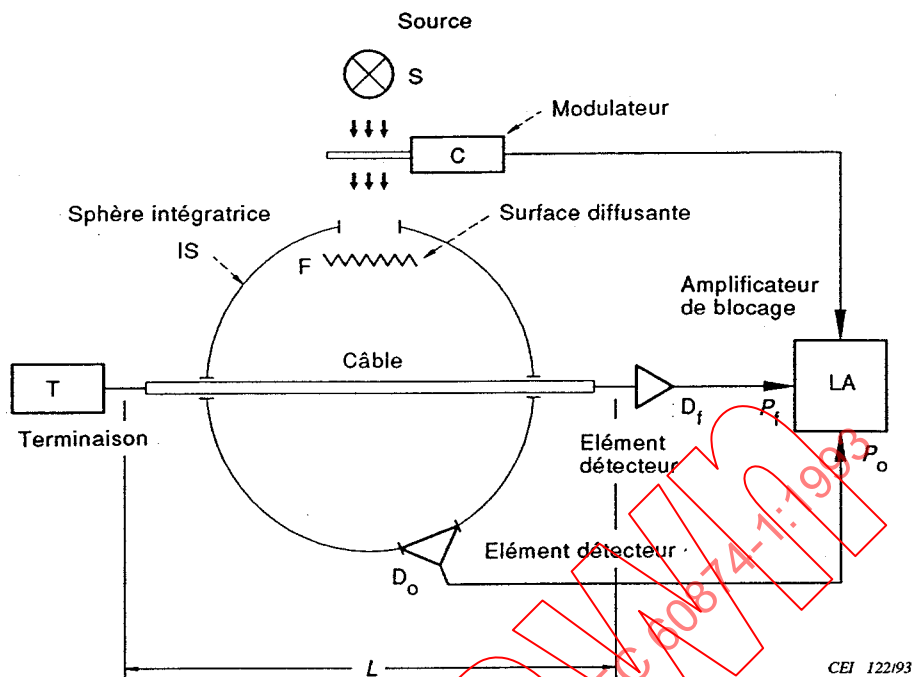


Figure 25

- Mettre sous tension (S), (C), (D_f), (D_o) et (LA) jusqu'à ce qu'ils se stabilisent.
- Préparer les extrémités de la fibre ou du câble en les clivant ou en les polissant pour obtenir des surfaces lisses, bien planes et perpendiculaires à l'axe de la fibre.
- Régler la puissance de (S) de façon que (P_f) soit proche de la limite de détection de (D), puis mesurer (P_f) et (P_o).
- Insérer le jeu de connecteurs dans le câble comme indiqué figure 26.

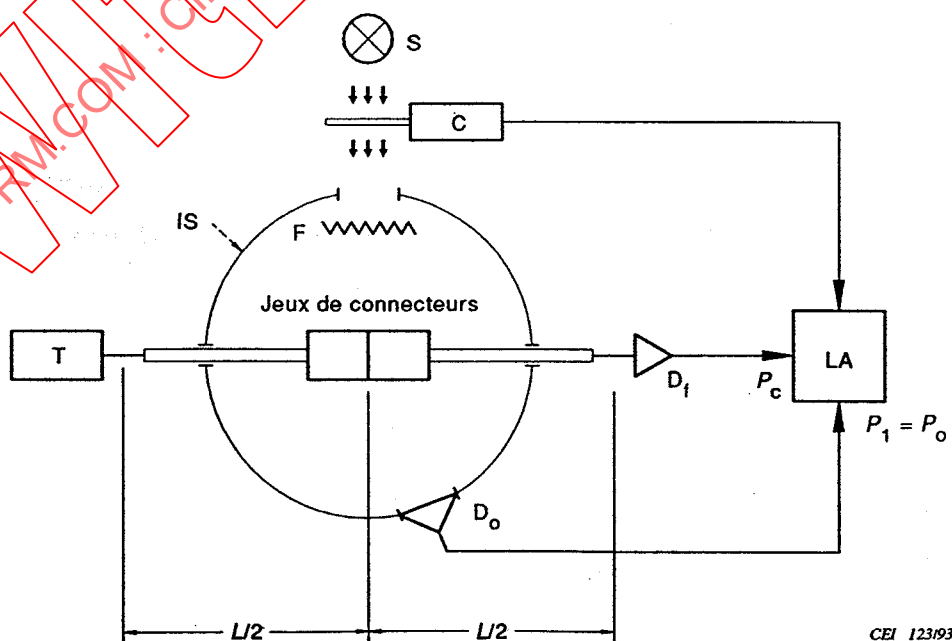


Figure 26

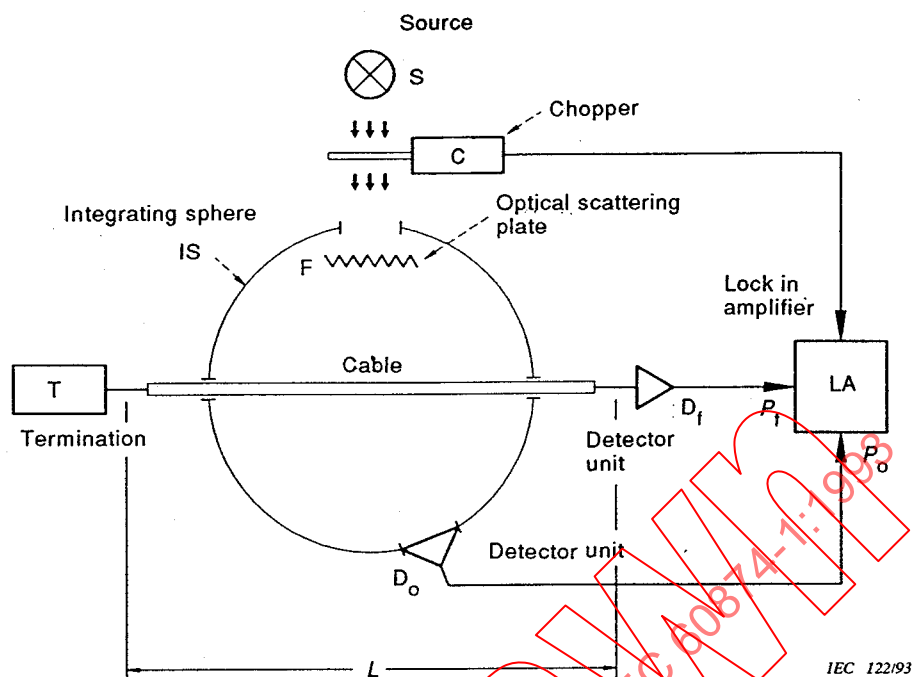


Figure 25

- b) Energize (S), (C), (D_f), (D_o) and (LA) to achieve the stability.
- c) Prepare the fibre ends of the cable by either cleaving or polishing to give surfaces which are smooth substantially plane and perpendicular to the fibre axis.
- d) After adjusting the power of (S) to have (P_f) close to the detection limit of (D), measure (P_f) and (P_o).
- e) Insert the connector set into the cable as shown in figure 26.

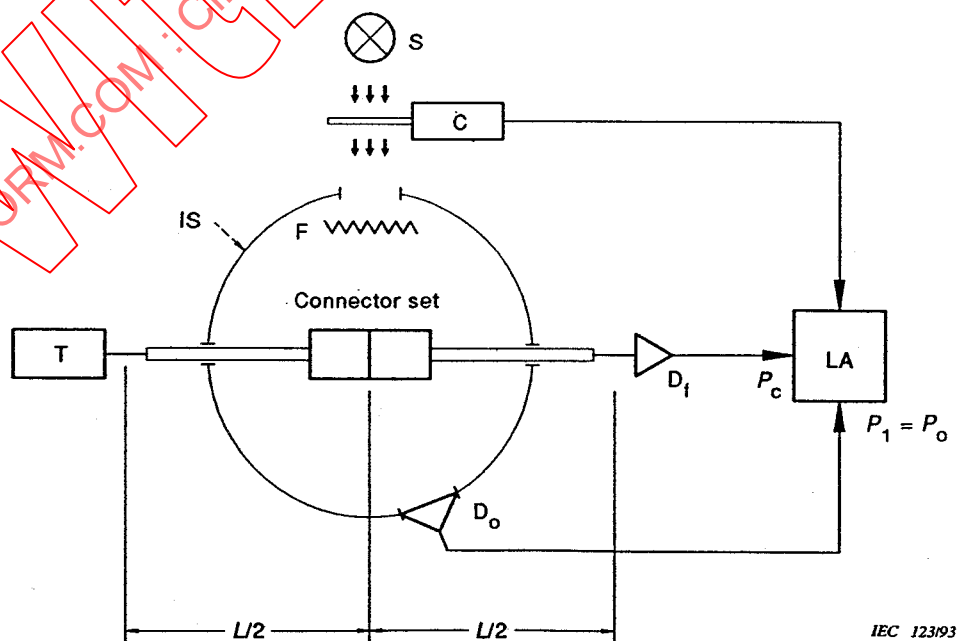


Figure 26

- f) Si nécessaire, régler à nouveau la puissance de (S) de manière que (P_1) soit égal à (P_0). Mesurer (P_0) et (P_1).
- g) Dans le cas d'un connecteur multivoie, répéter les mesures pour chacune des voies, si prescrit par la spécification en vigueur.
- h) Calculer l'immunité à l'éclairement extérieur à l'aide de l'équation suivante:

$$\text{Immunité (dB)} = -10 \log \left[\frac{P_c - P_f}{P_0} \right]$$

où

P_0 est le niveau de la puissance optique injectée dans la sphère intégratrice avant insertion du jeu de connecteurs

P_1 est le niveau de la puissance optique injectée dans la sphère intégratrice après insertion du jeu de connecteurs

P_f est la lumière ambiante couplée dans la fibre avant insertion du jeu de connecteurs

P_c est la lumière ambiante couplée dans la fibre après insertion du jeu de connecteurs

NOTE - Ce calcul suppose que (P_0) soit égal à (P_1).

Méthode 2 (émission interne de lumière)

La méthode 2 consiste à comparer les niveaux d'éclairement produits dans une sphère intégratrice par le jeu de connecteurs non accouplés avec ceux du jeu de connecteurs accouplés. La fibre du connecteur est excitée par une source laser. La gamme dynamique du dispositif de mesure est augmentée en utilisant un atténuateur variable à la sortie de la source.

- a) Configurer le dispositif d'essai comme indiqué figure 27.

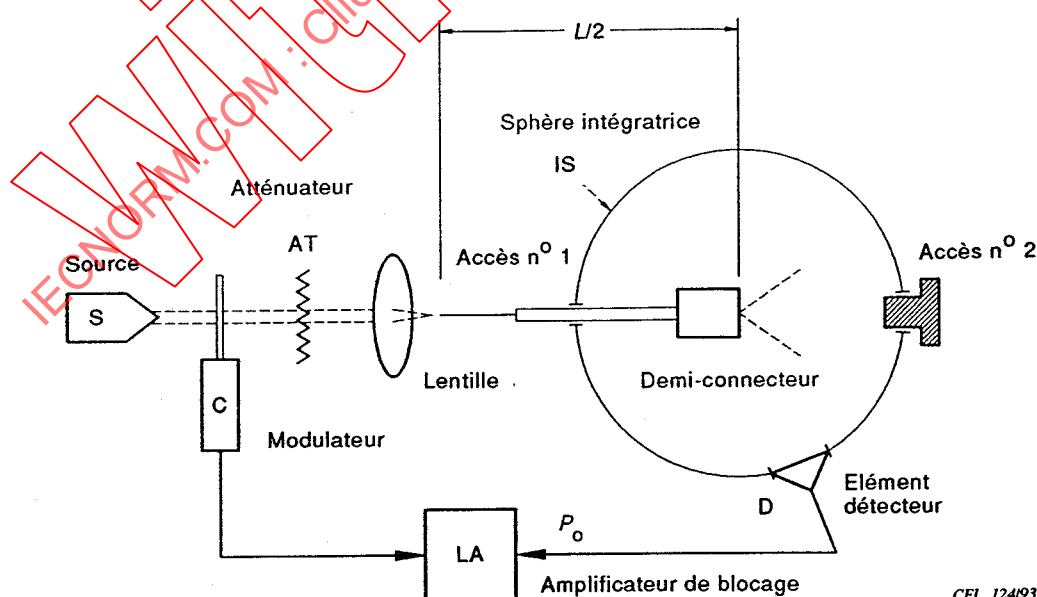


Figure 27

- f) If necessary, readjust the power of (S) to make (P_1) equivalent to (P_0). Measure (P_0) and (P_1).
- g) In the case of a multi-path connector, repeat the measurements on each path if required by the relevant specification.
- h) Calculate the susceptibility to ambient light coupling using the following equation.

$$\text{Susceptibility (dB)} = -10 \log \left[\frac{P_c - P_f}{P_0} \right]$$

where

P_0 is the optical power level into the integrating sphere before insertion of the connector set

P_1 is the optical power level into the integrating sphere after insertion of the connector set

P_f is the ambient light coupled in the fibre before insertion of the connector set

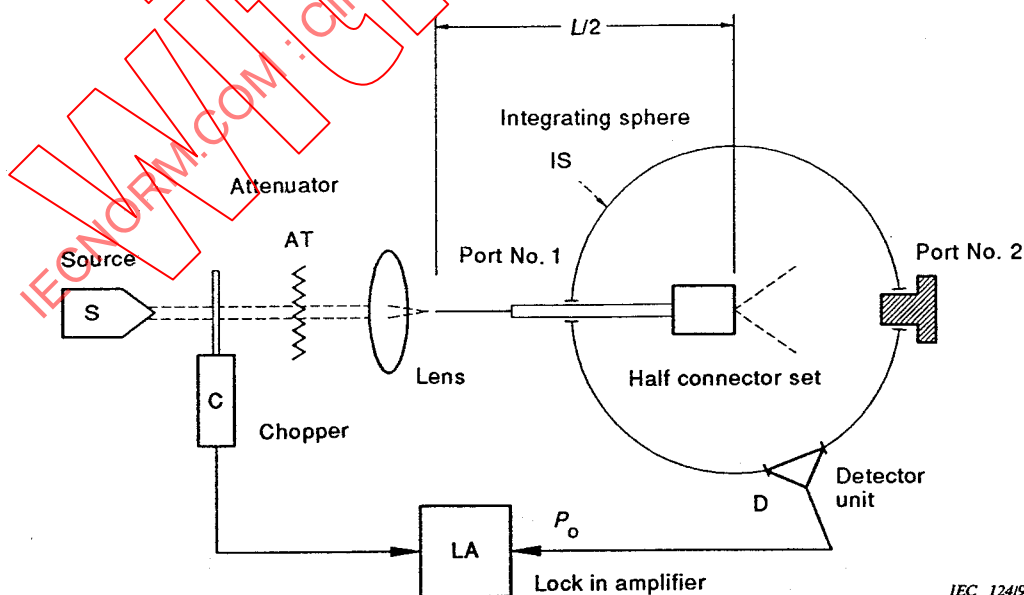
P_c is the ambient light coupled in the fibre after insertion of the connector set

NOTE - This calculation assumes that (P_0) is equivalent to (P_1).

Method 2 (internal light source)

Method 2 consists of making a comparison between the levels of illumination produced in an integrating sphere by the connector set in an unmated condition with that of the connector set in a mated condition. The connector fibre is excited by a laser source. The dynamic range of the measurement set-up is increased by using a variable attenuator at the output of the source.

- a) Configure the test set-up as shown in figure 27.



IEC 124/93

Figure 27

- b) Mettre sous tension (S), (C), (D) et (LA) et attendre qu'ils se stabilisent.
- c) Insérer les deux tronçons du connecteur dans le câble en appliquant la procédure d'installation fournie par le fabricant du connecteur.
- d) Préparer les extrémités des fibres du câble en les clivant ou en les polissant pour obtenir des surfaces lisses, bien planes et perpendiculaires à l'axe de la fibre.
- e) Régler (AT) sur sa valeur d'atténuation maximale ($X_{\max}$) et mesurer (P_0).
- f) Ajouter le demi-connecteur restant comme indiqué figure 28.

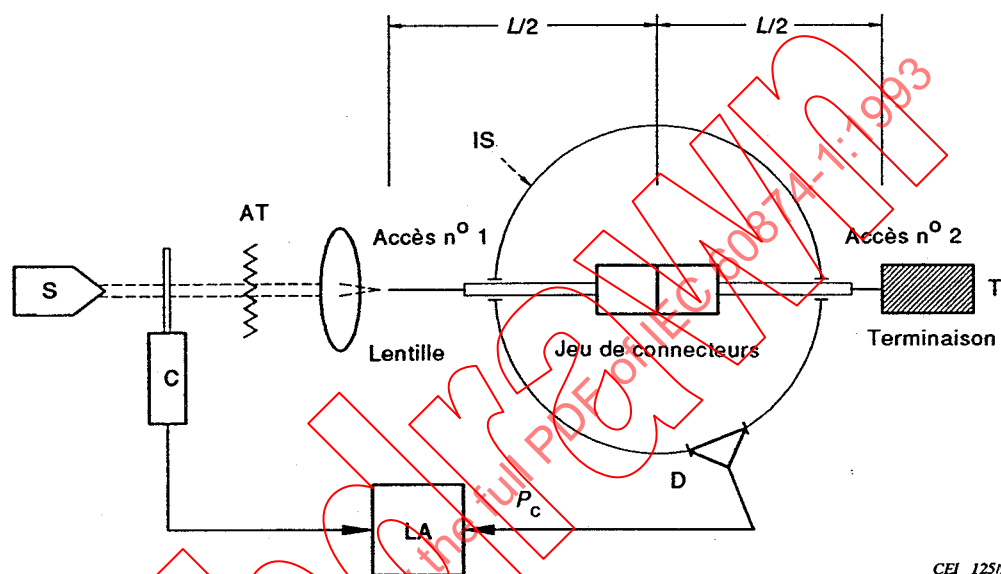


Figure 28

- g) Régler (AT) sur sa valeur d'atténuation minimale ($X_{\min}$) et mesurer (P_c).
- h) Calculer l'immunité à l'éclairement extérieur à l'aide de l'équation suivante:

$$\text{Immunité (dB)} = -10 \log \left[\frac{P_c}{P_0} \right] + X_{\max} - X_{\min}$$

où

- P_0 est le niveau d'éclairement produit par la seconde moitié du connecteur
- $X_{\max}$ est la valeur maximale de l'atténuateur
- $X_{\min}$ est la valeur minimale de l'atténuateur
- P_c est le niveau d'éclairement produit par le connecteur accouplé

4.4.10.5 Détails à préciser

Méthode 1

Les détails suivants doivent, le cas échéant, être spécifiés par la spécification en vigueur:

- b) Energize (S), (C), (D), (D_0) and (LA) to achieve the stability.
- c) Pigtail the connector set with the cable applying the installation procedure given by the connector manufacturer.
- d) Prepare the fibre ends of the cable by either cleaving or polishing to give surfaces which are smooth, substantially plane and perpendicular to the fibre axis.
- e) Set (AT) to its maximum attenuation ($X_{\max}$) and measure (P_0).
- f) Add the remaining connector half as shown in figure 28.

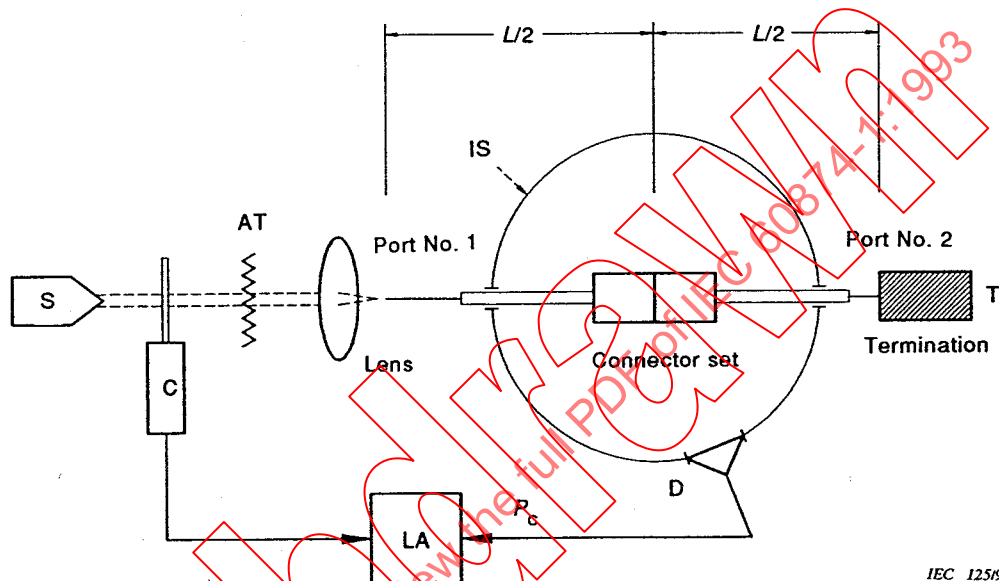


Figure 28

- g) Set (AT) to its minimum attenuation ($X_{\min}$) and measure (P_c).
- h) Calculate the susceptibility to ambient light coupling using the following equation:

$$\text{Susceptibility (dB)} = -10 \log \left[\frac{P_c}{P_0} \right] + X_{\max} - X_{\min}$$

where

- P_0 is the level of illumination produced by half a connector set
 $X_{\max}$ is the maximum value of the attenuator
 $X_{\min}$ is the minimum value of the attenuator
 P_c is the level of illumination produced by the mated connector set

4.4.10.5 Details to be specified

Method 1

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

- type de la source (S), longueur d'onde de crête, largeur spectrale et puissance;
- types des éléments détecteurs (D_0) et (D_p), réponse spectrale et gamme dynamique;
- type et longueur (L) de la fibre et du câble;
- dimensions de la sphère intégratrice (IS);
- plaque de dispersion optique;
- technique de raccordement (T);
- dans le cas d'un connecteur multivoie, nombre et position des voies à mesurer;
- exigences fonctionnelles:
 - immunité admissible;
- écarts.

Méthode 2

Les détails suivants doivent, le cas échéant, être spécifiés par la spécification en vigueur:

- type de la source (S), longueur d'onde de crête, largeur spectrale et puissance;
- type du détecteur, réponse spectrale, gamme dynamique;
- type et longueur (L) de la fibre et du câble;
- dimensions de la sphère intégratrice;
- atténuateur;
- lentille;
- technique de raccordement;
- dans le cas d'un connecteur multivoie, nombre et position des voies à mesurer;
- exigences fonctionnelles:
 - Immunité admissible;
- écarts.

4.4.11 Atténuation spectrale

4.4.11.1 But

Le but de cette procédure est de mesurer l'atténuation spectrale causée par un jeu de connecteurs inséré dans un câble à fibres optiques.

L'atténuation spectrale est la perte dépendant de la longueur d'onde, exprimée en décibels. La perte d'atténuation d'un jeu de connecteurs de fibres optiques peut dépendre des facteurs suivants:

- discontinuité de l'indice optique;
- largeur spectrale ou degré de cohérence de la source lumineuse;
- séparation et/ou traitement des surfaces des faces des fibres ou des lentilles de collimation.

- source (S) type, peak wavelength, spectral width and power;
- detector units D_0 and D_f type, spectral response and dynamic range;
- fibre and cable type and length (L);
- integrating sphere (IS) dimensions;
- optical scattering plate;
- termination technique (T);
- the number and position of the paths to be measured (for a multipath connector);
- performance requirements:
 - allowable susceptibility;
- deviations.

Method 2

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

- source (S) type, peak wavelength, spectral width and power;
- detector D type, spectral response, dynamic range;
- fibre and cable type and length (L);
- integrating sphere dimensions;
- attenuator;
- lens;
- termination technique;
- the number and position of the paths to be measured (for a multipath connector);
- performance requirements:
 - allowable susceptibility;
- deviations.

4.4.11 Spectral loss

4.4.11.1 Purpose

The purpose of the procedure is to measure the spectral loss caused by a connector set when it is inserted into a fibre optic cable.

Spectral loss is the loss which is wavelength dependent and it is expressed in decibels. The spectral loss of a fibre optic connector set can be due to the following factors:

- optical index discontinuity;
- spectral width or degree of coherence of the light source;
- end separation and/or surface finish of fibre faces or collimating lenses.

4.4.11.2 Description générale

L'atténuation spectrale d'une fibre continue est comparée à celle de la même fibre après insertion d'un jeu de connecteurs.

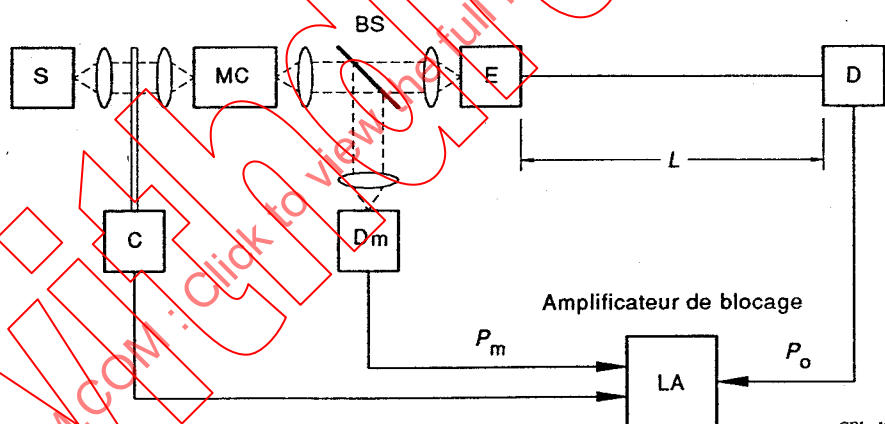
4.4.11.3 Matériel

L'appareillage comprend:

- une source lumineuse (S);
- un monochromateur (MC);
- un fractionneur de faisceau (BS);
- un élément d'excitation (E);
- deux détecteurs (D);
- un amplificateur de blocage (LA);
- un modulateur (C). Utiliser un modulateur de signaux carrés de fréquence 313 Hz ou 939 Hz ou toute autre fréquence qui ne soit pas un multiple intégral de 50 Hz ou 60 Hz.

4.4.11.4 Procédure

- a) Préparer le dispositif de mesure comme indiqué figure 29.



CEI 126/93

Figure 29

- b) Mettre le dispositif de mesure sous tension jusqu'à ce qu'il se stabilise,
- c) Préparer les extrémités de la fibre de la longueur de câble (L) en les clivant ou en les polissant pour obtenir des surfaces lisses, bien planes et perpendiculaires à l'axe de la fibre.
- d) Positionner correctement la fibre et la fixer à l'élément d'excitation (E) et au détecteur (D).
- e) Positionner le fractionneur de faisceau (BS) entre le monochromateur (MC) et l'élément d'excitation (E).
- f) Adapter le détecteur de contrôle (D_m) sur le fractionneur de faisceau (BS).
- g) Régler la largeur de raie spectrale du monochromateur (MC) comme spécifié par la spécification en vigueur,

4.4.11.2 General description

The spectral loss of an uncut fibre is compared with the spectral loss of the same fibre after a connector set is inserted.

4.4.11.3 Apparatus

The apparatus consists of:

- a light source (S);
- a monochromator (MC);
- a beam splitter (BS);
- an excitation unit (E);
- two detectors (D);
- a lock-in amplifier (LA);
- a chopper (C). Use a square-wave chopper at 313 Hz or 939 Hz or any frequency that is not an integral multiple of 50 Hz or 60 Hz.

4.4.11.4 Procedure

- a) Configure the measurement set-up as shown in figure 29.

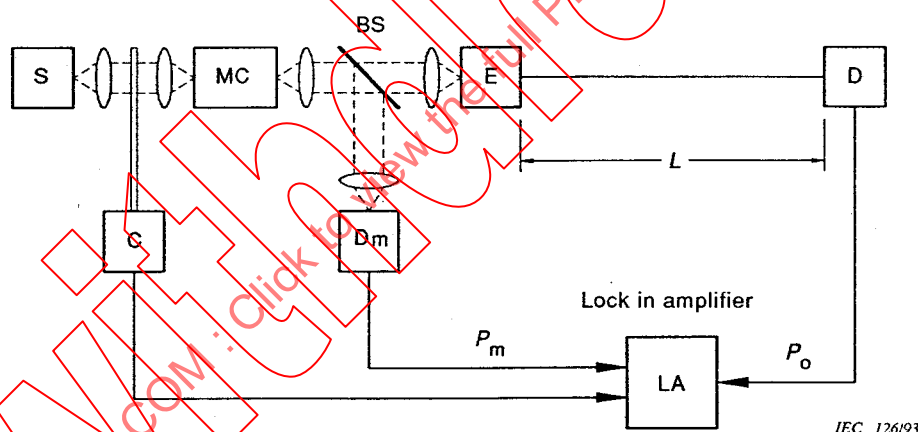


Figure 29

- b) Energize the measurement set-up for a sufficient time to achieve stability.
- c) Prepare the fibre ends of the cable length (L) by either cleaving or polishing to give surfaces which are smooth, substantially plane and perpendicular to the fibre axis.
- d) Appropriately position and fix the fibre to the excitation unit (E) and the detector (D).
- e) Position the beam splitter (BS) between the monochromator (MC) and the excitation unit (E);
- f) Fix the monitoring detector (D_m) with respect to the beam splitter (BS).
- g) Set the spectral linewidth of the monochromator (MC) as specified in the relevant specification.

h) Vérifier la stabilité, mesurer et enregistrer les puissances (P_0) et (P_m) tout en faisant varier le monochromateur dans la plage de fréquences donnée par la spécification en vigueur.

i) Insérer le jeu de connecteurs dans le câble à une distance ($L1$) de l'élément d'excitation, comme indiqué figure 30.

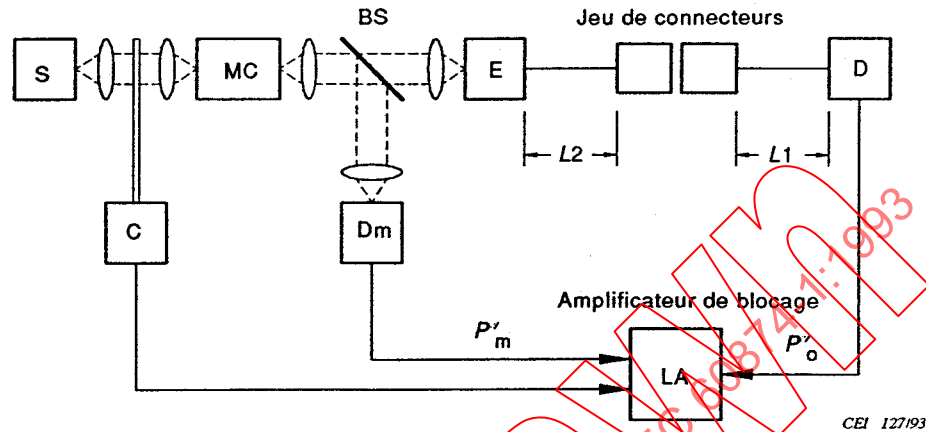


Figure 30

j) Répéter les opérations g) et h) pour mesurer (P'_0), (P'_m) en fonction de (λ).

k) Calculer l'atténuation spectrale à l'aide de l'équation suivante:

$$a_c \text{ (dB)} = -10 \log \left[\frac{R_2(\lambda)}{R_1(\lambda)} \right]$$

où

$$R_1(\lambda) = \left[\frac{P_0(\lambda)}{P_m(\lambda)} \right] \quad \text{et} \quad R_2(\lambda) = \left[\frac{P'_0(\lambda)}{P'_m(\lambda)} \right]$$

4.4.11.5 Détails à préciser

Les détails suivants doivent, le cas échéant, être spécifiés par la spécification en vigueur:

- types de la fibre et du câble et longueurs (L), ($L1$), ($L2$);
- type de la source (S), longueur d'onde de crête, largeur spectrale, stabilité;
- élément d'excitation (E) et description des conditions d'injection;
- gammes d'ondes de mesure;
- type des éléments détecteurs (D) et (Dm), réponse spectrale, gamme de détection dynamique;
- monochromateur;
- modulateurs;
- séparateur de faisceau;

h) Ensure stability, measure and record powers (P_0) and (P_m) while varying the monochromator through the frequency range given in the relevant specification.

i) Insert the connector set into the cable at a distance (L_1) from the excitation unit as shown in figure 30.

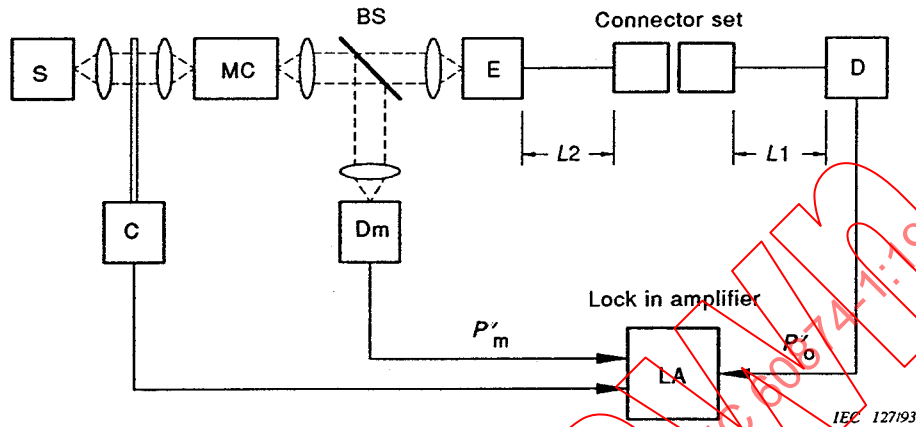


Figure 30

j) Repeat steps g) and h) to measure (P'_0), (P'_m) as a function of (λ).

k) Calculate the spectral loss using the following equation:

$$a_c(\text{dB}) = -10 \log \left[\frac{R_2(\lambda)}{R_1(\lambda)} \right]$$

where

$$R_1(\lambda) = \left[\frac{P_0(\lambda)}{P_m(\lambda)} \right] \quad \text{and} \quad R_2(\lambda) = \left[\frac{P'_0(\lambda)}{P'_m(\lambda)} \right]$$

4.4.11.5 Details to be specified

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

- fibre and cable types and length (L), (L_1), (L_2);
- source (S) type, peak wavelength, spectral width, stability;
- excitation unit (E) and launch condition description;
- measurement wavelength range;
- detector units (D), (Dm) type, spectral response, dynamic range detection area;
- monochromator;
- chopper;
- beam splitter;

- liaison temporaire;
- exigences fonctionnelles:
 - atténuation spectrale admissible;
- écarts.

4.4.12 Puissance réfléchie

4.4.12.1 But

Le but de cette procédure est de mesurer la puissance réfléchie due à un jeu de connecteurs de fibres optiques. La puissance réfléchie est la mesure de la fraction de la puissance d'entrée renvoyée suivant le chemin d'entrée par un composant optique tel qu'un connecteur. La puissance réfléchie engendrée par des connecteurs pour fibres optiques peut provenir d'une différence dans l'indice de réfraction de n'importe quel composant adjacent. Elle dépend aussi de nombreux autres facteurs tels qu'une modification de l'indice de réfraction, de la largeur spectrale, la longueur de cohérence de la source, la texture de la surface, la proximité des accès optiques, etc.

4.4.12.2 Description générale

La mesure s'effectue en comparant la puissance optique incidente transmise dans le connecteur avec la puissance optique réfléchie. La mesure de la puissance réfléchie s'obtient généralement au moyen d'un dispositif de couplage ou d'un OTDR. Cette procédure comprend quatre méthodes de mesure. Les méthodes 1, 2 et 3 utilisent un dispositif de couplage. La méthode 4 utilise un réflectomètre.

- La méthode 1 s'applique uniquement aux lots de connecteurs et aux connecteurs à fibres amorcées. Elle nécessite l'utilisation de deux liaisons temporaires et de deux détecteurs.
- La méthode 2 est une variante de la méthode 1. Elle utilise une liaison temporaire, un détecteur et une terminaison non réfléchissante.
- La méthode 3 est une méthode spéciale s'appliquant uniquement aux jeux de connecteurs montés sur cordons.
- La méthode 4 utilise un réflectomètre et représente une méthode pratique et précise caractérisée par son indépendance des fluctuations de la source, du détecteur et du dispositif de couplage, etc.

4.4.12.3 Matériel

Pour les méthodes 1, 2 et 3, l'appareillage comprend:

- une source optique (S) de propriétés d'émission connue (longueur d'onde, largeur spectrale, etc.) et un détecteur compatible (D);
- un dispositif de couplage (BD) capable de fonctionner sur la longueur d'onde de la source optique et dont les coefficients de transfert et le surplus de perte pour cette longueur d'onde sont connus;
- un dispositif de terminaison (T). C'est-à-dire, un moyen de raccorder l'extrémité libre du connecteur sous essai à une terminaison non réfléchissante. Idéalement, cette dernière doit avoir une puissance réfléchie > 50 dB et empêcher la pénétration de la lumière ambiante dans la fibre. (Le matériau adaptateur d'indice protégé par un conteneur opaque non réfléchissant en est un bon exemple.);

- temporary joint;
- performance requirements:
 - allowable spectral loss;
- deviations.

4.4.12 *Return loss*

4.4.12.1 *Purpose*

The purpose of the procedure is to measure the return loss due to an optical fibre connector set. Return loss is the measure of the fraction of input power that is returned along the input path of an optical component such as a connector. The return loss or reflected power, caused by optical fibre connectors, can be produced by a difference in the index of refraction of any adjacent components. It is also dependent on many factors such as change of refractive index, spectral line width or coherence length of the source, surface texture, proximity of optical ports, etc.

4.4.12.2 *General description*

The measurement is made by comparing the incident optical power transmitted through the connector with the reflected optical power. The measurement of reflected power is normally achieved by using a branching device or an OTDR. This procedure contains four measurement methods. Methods 1, 2 and 3 use a branching device. Method 4 uses an OTDR.

- Method 1 is limited to kit and pigtail connector set arrangements. It requires the use of two temporary joints and two detectors.
- Method 2 is an alternative to Method 1 and uses one temporary joint, one detector and a non-reflective termination.
- Method 3 is a special case limited to patch-cord connector sets.
- Method 4 is based on the OTDR technique and represents a practical and accurate method characterized by its independency from fluctuations of source, detector, coupling device, etc.

4.4.12.3 *Apparatus*

For methods 1, 2 and 3 the apparatus consists of:

- an optical source (S) of known transmission characteristics (wavelength, spectral width, etc.) and a compatible detector (D);
- a branching device (BD) capable of being used at the wavelength of the optical source and having known transfer coefficients and excess loss at that wavelength;
- a termination (T). That is, a means of terminating the free end of the connector set under test in a non-reflective termination. Ideally this should have a return loss > 50 dB and prevent ambient light entering the fibre. (Index matching material enclosed in an opaque non-reflective container is a good example.);

- un équipement (TJ) permettant de lier temporairement les fibres de manière non réfléchissante si nécessaire (par exemple dans le cas de connecteurs à fibres amorces).

Pour la méthode 4, l'appareillage comprend:

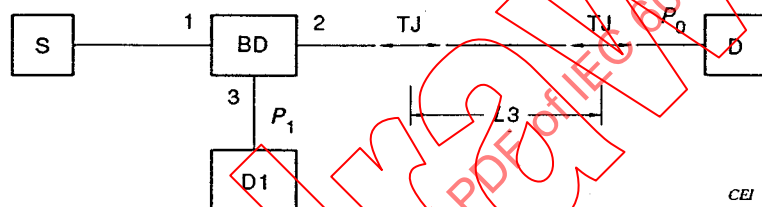
- un réflectomètre (OTDR);
- un dispositif d'excitation E (si nécessaire);
- un élément de réflexion standard R_N .

4.4.12.4 Procédure

Pour cette mesure, on doit tenir compte de la perte de puissance attribuable au dispositif de couplage lors de la mesure de la puissance réfléchie. Faute de quoi la mesure relevée sera faussée.

Méthode 1

- a) Préparer le dispositif de mesure comme indiqué figure 31.



CEI 128/93

Figure 31

Lorsqu'on installe le dispositif d'essai, prendre soin d'interconnecter tous les composants et interfaces de façon que la puissance réfléchie par ces interfaces soit reproductible.

On doit utiliser des méthodes pour réduire la puissance réfléchie par le détecteur (D) et les liaisons temporaires (TJ) à un niveau acceptable, et ces méthodes doivent être indiquées dans la spécification particulière en vigueur.

- b) Mesurer le coefficient de transfert ($T_{2,3}$) du dispositif de couplage (BD) entre les bornes 2 et 3, en accord avec 3.5.2 de la CEI 875-1. Pour ces mesures, la source (S) doit être identique à celle utilisée pour mesurer la puissance réfléchie du connecteur.

- c) Après avoir assuré la stabilité et la fidélité du montage d'essai conformément à la spécification en vigueur, enregistrer les niveaux de puissance (P_0) et (P_1).

- d) Calculer la puissance réfléchie du dispositif de mesure en utilisant l'équation suivante:

$$\text{Puissance réfléchie (dB)} = -10 \log \left[\frac{P_1}{P_0} \right] + 10 \log T_{2,3}$$

- e) Retirer la longueur de fibre (L_3) du montage et la remplacer par un jeu de connecteurs à fibre amorce comme indiqué figure 32. Le jeu de connecteurs et les fibres associées doivent être assemblés conformément aux instructions du fabricant. On fera particulièrement attention aux instructions de nettoyage, au choix et à l'utilisation des matériaux requis, fluides adaptateurs d'indice, gels, etc.

- a means (TJ) of temporarily joining fibres in a non-reflective manner if necessary; for example, in the case of pigtailed connectors.

For method 4, the apparatus consists of:

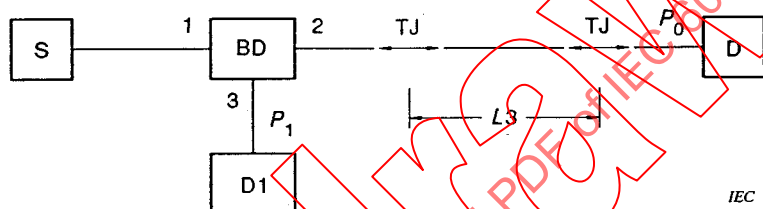
- an optical time domain reflectometer (OTDR);
- an excitation unit E (if required);
- a standard reflection element R_N .

4.4.12.4 Procedure

Care shall be taken when making this measurement to ensure that the power loss attributable to the branching device is taken into account when measuring the reflected power. Otherwise a false reading will be obtained.

Method 1

- a) Configure the measurement set-up as shown in figure 31.



IEC 128/93

Figure 31

When setting up the test arrangement, care should be taken to interconnect all fibre components and interfaces so that the return loss from these interfaces is repeatable.

Procedures to reduce the reflected power from the detector (D) and the temporary joints (TJ) to an acceptable level shall be used and specified in the relevant detail specification.

- b) Measure the transfer coefficient ($T_{2,3}$) of the branching device (BD) between terminals 2 and 3, in accordance with 3.5.2 of IEC 875-1. The source (S) for these measurements shall be the same as that used to measure the connector set return loss.

- c) After ensuring the stability and repeatability of the measurement set-up, in accordance with the relevant specification, record power levels (P_0) and (P_1).

- d) Calculate the return loss of the test set-up using the following equation:

$$\text{Return loss (dB)} = -10 \log \left[\frac{P_1}{P_0} \right] + 10 \log T_{2,3}$$

- e) Remove fibre length ($L3$) from the set-up and replace it with a pigtail connector set as shown in figure 32. The connector set and associated fibres shall be assembled in accordance with the manufacturer's instructions. Particular attention should be given to the cleaning instructions and the selection and use of any required index matching fluids, gels, etc.

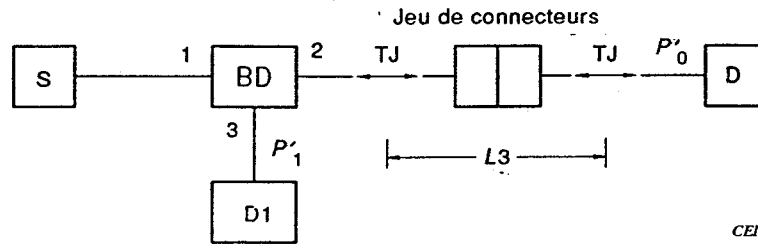


Figure 32

- f) Après avoir vérifié la qualité des liaisons temporaires et du jeu de connecteurs, enregistrer (P'_0) et (P'_1).
- g) Calculer la perte supplémentaire en utilisant l'équation suivante:

$$\text{Perte supplémentaire (dB)} = -10 \log \left[\frac{P'_0}{P_0} \right]$$

- h) Calculer la puissance réfléchie du jeu de connecteurs à l'aide de l'équation suivante:

$$\text{Puissance réfléchie (dB)} = -10 \log \left[\frac{P'_1 - P_1}{P_0} \right] + 10 \log T_{2,3}$$

NOTES

- 1 Les formules utilisées dans cette méthode sont valables à condition de pouvoir négliger les pertes associées aux liaisons temporaires.
- 2 Des réflexions multiples peuvent exister en présence d'interstices ou dans le cas d'adaptations d'indices imparfaites. Il est alors nécessaire de mesurer la puissance réfléchie pour plusieurs longueurs d'ondes.

Méthode 2

- a) Le dispositif de mesure est présenté figure 33.

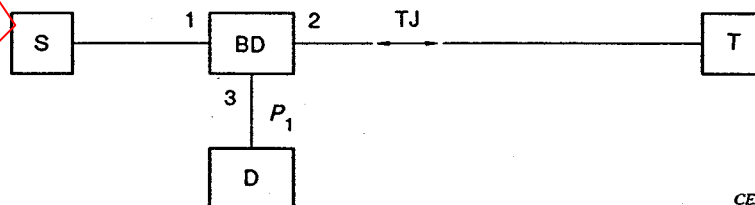


Figure 33

- b) On doit veiller à ce que les modes de gaines ne soient pas présents à l'accès du dispositif de couplage. Les modes de gaine doivent être éliminés par une fonction naturelle de la longueur de fibre ou par adjonction d'un extracteur de mode.
- c) Brancher la source (S) et le détecteur (D) jusqu'à ce qu'ils se stabilisent.

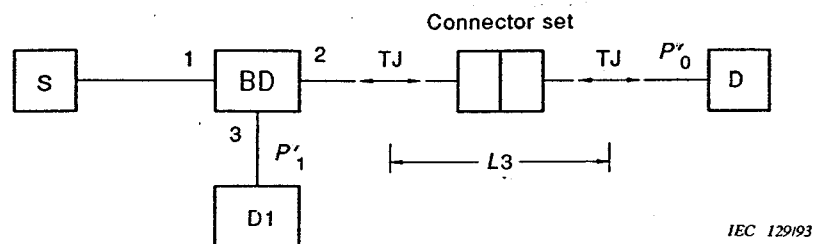


Figure 32

- f) After ensuring the quality of the temporary joints and the connector set, record (P'_0) and (P'_1).
- g) Calculate the added loss using the following equation:

$$\text{Added loss (dB)} = -10 \log \left[\frac{P'_0}{P_0} \right]$$

- h) Calculate the return loss of the connector set using the following equation:

$$\text{Return loss (dB)} = -10 \log \left[\frac{P'_1 - P_1}{P_0} \right] + 10 \log T_{2,3}$$

NOTES

- 1 The formulae used in this method are valid provided the losses associated with the temporary joints can be neglected.
- 2 Multiple reflections can exist under conditions where small gaps and imperfect index matching exist. For these cases, it may be necessary to measure the return loss at more than one wavelength.

Method 2

- a) The measurement set-up is shown in figure 33.

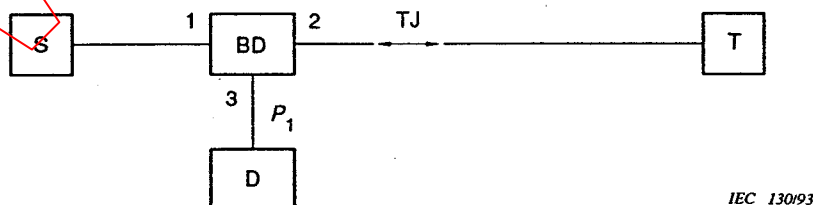
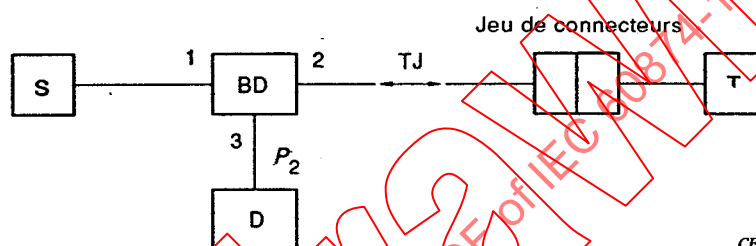


Figure 33

- b) Precautions shall be taken to ensure that cladding modes are not present at the port of the branching device. Cladding modes shall be stripped either as a natural function of the fibre length or by adding a cladding mode stripper.
- c) Energize the source (S) and detector (D) and achieve stability.

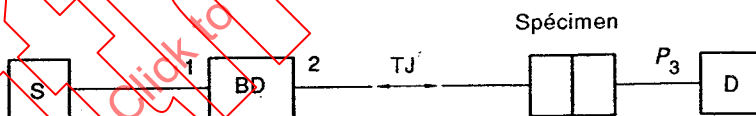
- d) Préparer les extrémités de la fibre du dispositif de branchement et celles de la fibre d'essai soit en les clivant soit en les polissant pour obtenir des extrémités lisses, bien planes et perpendiculaires à l'axe de la fibre.
- e) Raccorder l'extrémité libre de la fibre d'essai au dispositif de terminaison de la fibre (T). Le rayon de courbure des extrémités de la fibre du dispositif de branchement et de la fibre d'essai ne doit pas être inférieur à 200 mm pour éviter la perte des modes de gaine.
- f) Eviter de modifier les conditions d'injection et de déplacer les liaisons temporaires pendant l'essai. Raccorder le détecteur (D) à l'orifice de sortie du dispositif de branchement (BD). Mesurer la puissance (P_1).
- g) Couper la fibre d'essai, préparer ses extrémités et la raccorder avec le jeu de connecteurs suivant les instructions du fabricant. Accoupler le spécimen et mesurer la puissance réfléchie (P_2) (voir montage figure 34).



CEI 131/93

Figure 34

- g) Relier le détecteur (D) au spécimen comme indiqué figure 35 et mesurer la puissance (P_3).



CEI 132/93

Figure 35

- h) Calculer la puissance réfléchie à l'aide de l'équation suivante

$$\text{Puissance réfléchie (dB)} = -10 \log \left[\frac{P_2 - P_1}{P_3} \right] + 10 \log T_{2,3}$$

où $T_{2,3}$ correspond au coefficient de transfert du dispositif de couplage de l'orifice 2 à l'orifice 3 en utilisant l'accès bidirectionnel comme orifice d'entrée et l'orifice directionnel comme sortie.

NOTE - Les formules utilisées dans cette méthode sont valables à condition que les pertes associées aux liaisons temporaires soient négligeables.

- d) Prepare the fibre tails of the branching device and the ends of the test fibre by either cleaning or polishing to give ends which are smooth, substantially plane and perpendicular to the fibre axis.
- e) Connect the remaining end of the test fibre to the fibre termination (T). The fibre tails of the branching device and the test fibre shall not be curved with a radius of less than 200 mm to avoid the loss of cladding modes.
- f) Avoid disturbing the launch conditions and the temporary joint (TJ) throughout the measurement sequence. Connect the detector (D) to the output port of the branching device (BD). Measure power (P_1).
- g) Cut the test fibre, prepare the ends and terminate them with the connector set in accordance with the manufacturer's instructions. Mate the specimen and measure the returned power (P_2) (see set-up in figure 34).

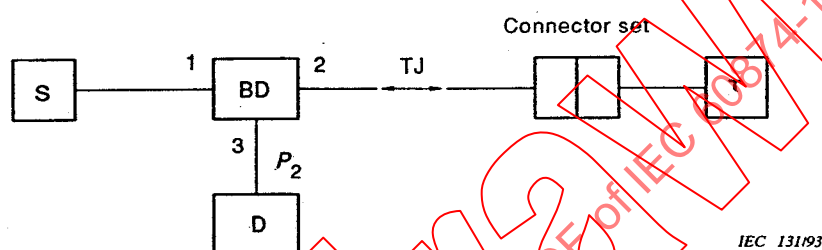


Figure 34

- g) Fit detector (D) to the specimen as shown in figure 35 and measure power (P_3).

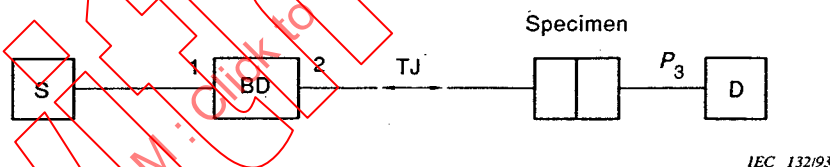


Figure 35

- h) Calculate the return loss using the following equation:

$$\text{Return loss (dB)} = -10 \log \left[\frac{P_2 - P_1}{P_3} \right] + 10 \log T_{2,3}$$

where $T_{2,3}$ is the transfer coefficient of the branching device from port 2 to port 3 using the bidirectional port as the input and the directional port as the output.

NOTE - The formula used in this method is valid provided the losses associated with the temporary joint can be neglected.

Méthode 3 (extrémités avec connecteurs)

- a) Préparer le dispositif de mesure comme indiqué figure 36.

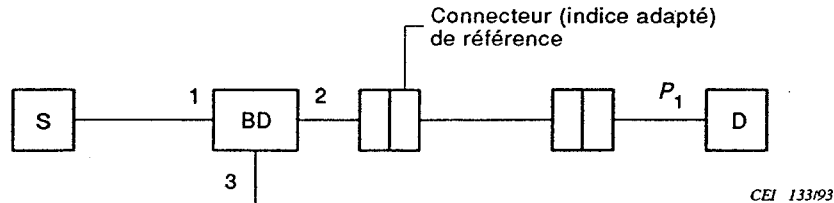


Figure 36

- b) On doit veiller à ce que les modes de gaine ne soient pas présents à l'accès du dispositif de couplage. Les modes de gaine doivent être éliminés soit par une fonction naturelle de la longueur de fibre soit par adjonction d'un extracteur de mode.
- c) Mesurer la puissance de référence (P_1).
- d) Désaccoupler le détecteur (D) du connecteur de référence et le raccorder à la voie optique 3 du dispositif de branchement (BD). Insérer le spécimen dans le montage comme indiqué figure 37.

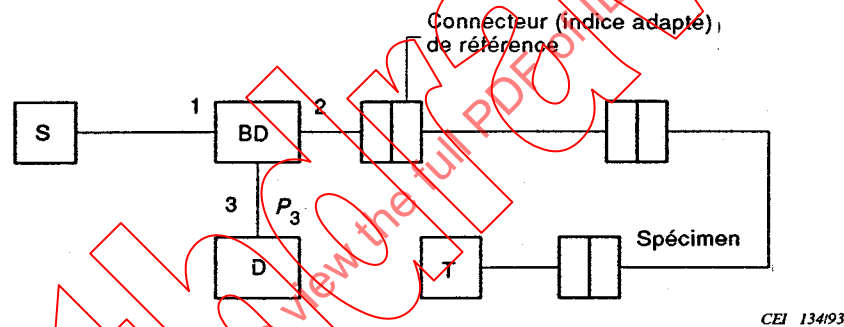


Figure 37

- e) Mesurer la puissance (P_3).
- f) Calculer la puissance réfléchie en utilisant l'équation suivante:

$$\text{Puissance réfléchie (dB)} = -10 \log \left[\frac{P_3}{P_1} \right] + 10 \log T_{2,3}$$

où $T_{2,3}$ est le coefficient de transfert du dispositif de couplage de la voie optique 2 à 3.

NOTE - Cette méthode de mesure de la puissance réfléchie ne tient pas compte de la perte de la fibre. D'autre part l'extrémité du connecteur affecte la puissance réfléchie mesurée. Ceci peut être supprimé par adaptation de l'indice.

Méthode 4 (réflectomètre dans le domaine temporel)

La technique de réflexion dans le domaine temporel représente une méthode d'essai alternative pour mesurer la puissance réfléchie des connecteurs à fibre optique.

Method 3 (connectorized leads or patch-cord arrangements)

- a) Configure the measurement set-up as shown in figure 36.

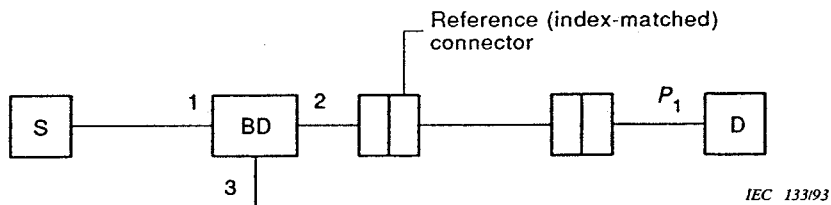


Figure 36

- b) Precautions shall be taken to ensure that cladding modes are not present at the port of the branching device. Cladding modes shall be stripped either as a natural function of the fibre length or by adding a cladding mode stripper.

- c) Measure the reference power (P_1).

- d) Remove detector (D) from the reference connector, and connect it to port 3 of branching device (BD). Insert the specimen into the system as shown in figure 37.

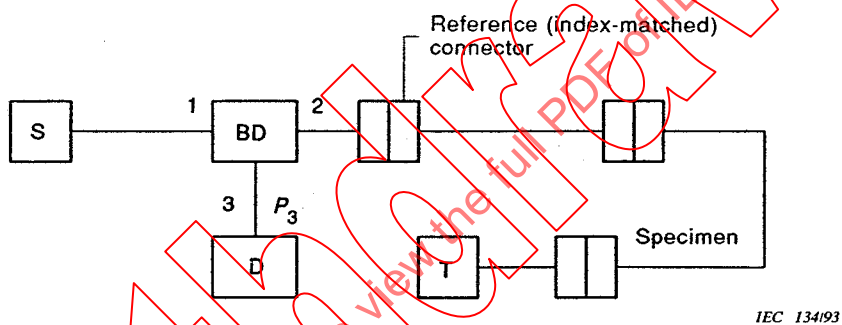


Figure 37

- e) Measure power (P_3).
- f) Calculate the return loss using the following equation:

$$\text{Return loss (dB)} = -10 \log \left[\frac{P_3}{P_1} \right] + 10 \log T_{2,3}$$

where $T_{2,3}$ is the transfer coefficient of the branching device from port 2 to port 3.

NOTE - This method of measuring return loss ignores the fibre loss and also the far end connector contributes to the reflected power measured. This contribution may be removed by index matching.

Method 4 (time domain reflectometer)

The time domain reflectometer technique represents an alternative test method to measure the return loss of optical fibre connectors.

Cette méthode permet une évaluation de la puissance réfléchie en relevant la puissance réfléchie du connecteur et en le comparant à une puissance réfléchie étalon. Celle-ci est obtenue par exemple, en plongeant l'extrémité de la fibre à l'essai, dans un liquide à indice de réfraction connu.

Cette méthode est valable également pour mesurer les connecteurs adjacents sur une longueur de fibres d'essai.

- a) Préparer le dispositif de mesure comme indiqué en figure 38.

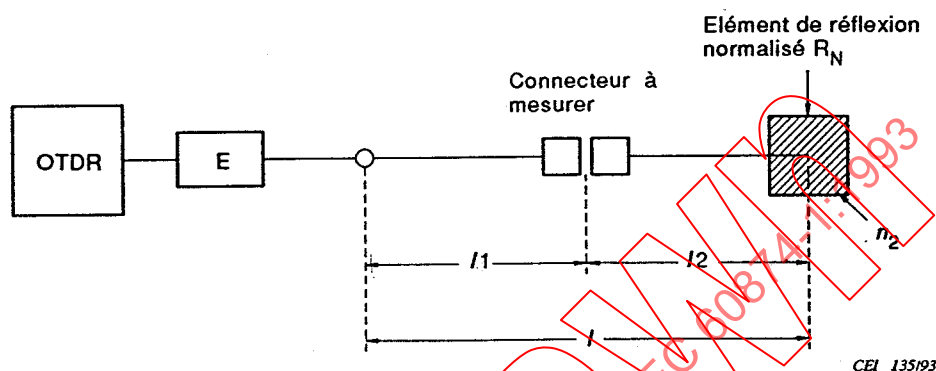


Figure 38

- b) Brancher la fibre avec son connecteur sur le réflectomètre. L'autre extrémité de la fibre dont la surface adhérente est perpendiculaire à l'axe du coeur de la fibre, est plongée dans un fluide à indice de réfraction connu,

- c) Enregistrer le signal de rétrodiffusion.

Un exemple d'enregistrement de signal rétrodiffusé d'une fibre connectée est représenté en figure 39.

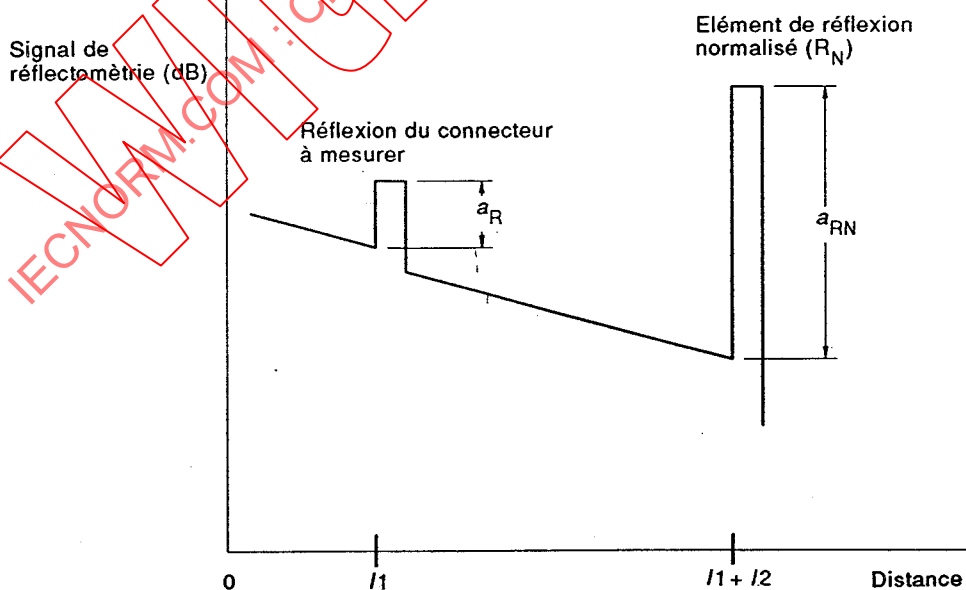


Figure 39

This method allows the evaluation of return loss by detecting the reflected power of the connector and comparing it with a known standard reflection. The standard reflection is, for example, achieved by merging the end of the fibre under test into a medium with known refractive index.

This method is also suitable to measure adjacent connectors in a test length.

- a) Configure the measurement set-up as shown in figure 38.

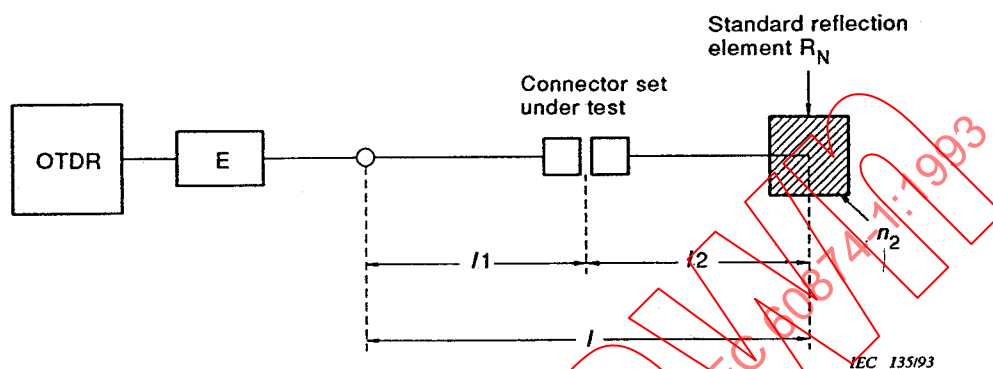


Figure 38

- b) Connect the fibre with the connector under test to the OTDR. The other fibre end with a cleaved surface, perpendicular to the axis of the fibre core, is merged into a fluid with a known refractive index.

- c) Record the backscattered signal.

As an example the recorded backscattered signal of a fibre with a connector inserted is shown in figure 39.

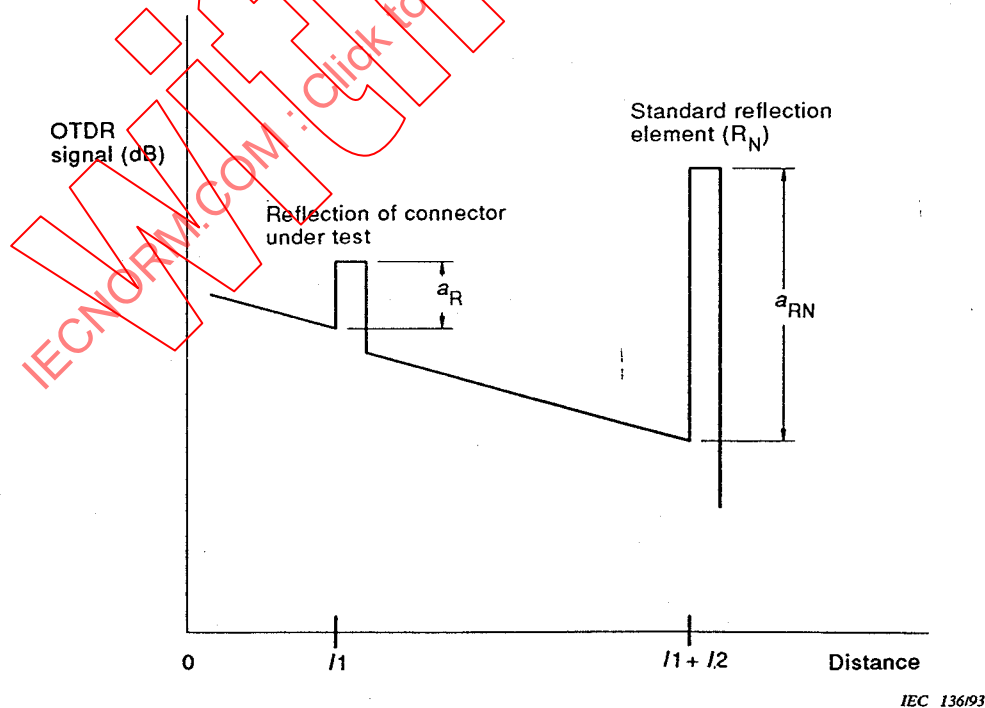


Figure 39

d) Calculer la puissance réfléchie RL en décibels en utilisant la procédure suivante:

$$RL = -10 \log (\text{puissance réfléchie/puissance incidente}) \quad (1)$$

Pour évaluer la puissance réfléchie RL du connecteur à l'essai, les lectures a_R et a_{RN} doivent être comparées à la puissance réfléchie théorique RL_N de l'élément de réflexion R_N .

RL_N est donné par la formule:

$$RL_N = -10 \log \left[\frac{n_2 - n_1}{n_2 + n_1} \right]^2 \quad (\text{dB}) \quad (2)$$

où

n_1 est l'indice de réfraction du coeur de la fibre

n_2 est l'indice de réfraction du milieu

La puissance réfléchie RL du connecteur à l'essai est égale à:

$$RL = RL_N - 10 \log \left[\frac{10^{0,2a_R} - 1}{10^{0,2a_{RN}} - 1} \right] \quad (\text{dB}) \quad (3)$$

Pour $a_R, a_{RN} > 5$ dB, l'approximation:

$$10 \log \left[\frac{10^{0,2a_R} - 1}{10^{0,2a_{RN}} - 1} \right] \approx 2(a_R - a_{RN}) \quad (4)$$

peut être introduite dans l'équation (3) avec une erreur inférieure à 0,5 dB.

$$RL = RL_N - 2(a_R - a_{RN}) \quad (\text{dB}) \quad (5)$$

Pour $a_R, a_{RN} > 9$ dB, l'erreur est inférieure à 0,1 dB.

Le facteur 2 signifie que sur un réflectomètre, l'axe des abscisses est gradué d'un facteur 0,5 par rapport au signal rétrodiffusé mesuré.

NOTE Une atténuation particulière devra être prise afin que la surface de l'extrémité de la fibre soit perpendiculaire à l'axe du coeur de la fibre. La déviation par rapport à l'angle devra être plus petite que $0,25^\circ$.

La surface de la fibre devra être préparée avec un outil de clivage et devra être vérifiée grâce à une méthode d'essai interférométrique.

La précision de mesure est de ± 1 dB; elle est comparable à la précision de la méthode 1 (méthode d'essai de référence).

L'indice de réfraction n_1 du coeur de la fibre monomode normalisée est d'environ 1,447, l'indice de réfraction n_2 de l'eau est d'environ 1,320 (température 20°C , longueur d'onde $1,3 \mu\text{m}$).

Des précautions doivent être prises pour faire fonctionner le réflectomètre en mode linéaire. Un atténuateur aux entrée/sortie du réflectomètre peut être nécessaire pour amener la puissance réfléchie à un niveau adéquat.

d) Calculate the return loss RL in decibels as follows:

$$RL = -10 \log (\text{reflected power/incident power}) \quad (1)$$

To evaluate the return loss RL of the connector under test the readings a_R and a_{RN} shall be compared with the theoretical return loss RL_N of the standard reflection element R_N .

RL_N is given by:

$$RL_N = -10 \log \left[\frac{n_2 - n_1}{n_2 + n_1} \right]^2 \quad (\text{dB}) \quad (2)$$

where

n_1 is the refractive index of the fibre core

n_2 is the refractive index of the medium

The return loss RL of the connector under test can be evaluated as:

$$RL = RL_N - 10 \log \left[\frac{10^{0,2a_R} - 1}{10^{0,2a_{RN}} - 1} \right] \quad (\text{dB}) \quad (3)$$

For $a_R, a_{RN} > 5$ dB, the approximation:

$$10 \log \left[\frac{10^{0,2a_R} - 1}{10^{0,2a_{RN}} - 1} \right] \approx 2(a_R - a_{RN}) \quad (3)$$

can be inserted into equation (3) with an error of less than 0,5 dB.

$$RL = RL_N - 2(a_R - a_{RN}) \quad (\text{dB}) \quad (5)$$

For $a_R, a_{RN} > 9$ dB, the error is below 0,1 dB.

The factor of 2 takes into account that on an OTDR the X-axis is scaled by a factor 0,5 relative to the measured backscattered signal.

NOTE – Care should be taken that the surface of the fibre end is perpendicular to the axis of the fibre core. The deviation from the right angle should be smaller than 0,25°.

The fibre surface should be prepared with a suitable fibre cleaving tool and should be controlled by an interferometric test method.

The measurement accuracy should be within ± 1 dB and comparable to the accuracy of method 1 (reference test method).

The refractive index n_1 of the fibre core for standard single-mode fibres is about 1,447; the refractive index n_2 of water is about 1,320 (temperature 20 °C, wavelength: 1,3 μm).

Care should be taken to operate the OTDR in a linear mode. An attenuator at the OTDR's in/output may be required to bring the optical power to an adequate level.

4.4.12.5 *Détails à préciser*

Quand on utilise les méthodes 1, 2 et 3, les détails suivants doivent, le cas échéant, être spécifiés par la spécification en vigueur:

- source (S), y compris longueur spectrale ou de cohérence de la source;
- longueur de la fibre injectée;
- longueur d'onde de crête;
- stabilité de la source;
- type du dispositif de couplage;
- directivité du dispositif de couplage;
- perte du dispositif de couplage;
- réponse spectrale du détecteur;
- linéarité du détecteur;
- surface de détection du détecteur;
- conditions prescrites pour l'extracteur de mode;
- longueur de la fibre (L_3) (méthode 1 uniquement);
- définition et conditions prescrites pour la liaison temporaire;
- techniques prescrites pour obtenir des mesures répétitives;
- procédures applicables pour réduire la puissance réfléchie par les détecteurs, liaisons temporaires, connecteurs, etc.
- perte ajoutée admissible due aux jeux de connecteurs;
- perte ajoutée admissible due aux liaisons temporaires;
- exigences fonctionnelles;
- puissance réfléchie admissible;
- écarts.

Quand on utilise la méthode 4, les détails suivants doivent, le cas échéant, être spécifiés par la spécification en vigueur:

- longueur d'onde du réflectomètre;
- type et longueur de fibre;
- longueur minimale l_1 et longueur maximale l_2 ;
- description du dispositif d'excitation;
- indice de réfraction n_1 du coeur de la fibre et n_2 de l'élément de réflexion normalisé pour une longueur d'onde donnée;
- toute exigence spéciale concernant la coupe et le clivage de la fibre.

4.4.13 *Modification de la puissance réfléchie*

4.4.13.1 *But*

Le but de cette procédure est de mesurer, de temps en temps, la puissance réfléchie d'un jeu de connecteurs afin de définir la variation de ce paramètre selon le temps. La puissance réfléchie d'un connecteur peut se modifier dans le temps à cause des influences extérieures sur le connecteur même, dues à des contraintes thermiques et mécaniques,

4.4.12.5 Details to be specified

When using methods 1, 2 and 3, the following details, as applicable, shall be specified in the relevant specification:

- source (S), including spectral or coherence length of source;
- launch fibre length;
- peak wavelength;
- source stability;
- branching device type;
- branching device directivity;
- branching device loss;
- detector spectral response;
- detector linearity;
- detector area;
- cladding mode stripper requirements;
- fibre length (L3) (method 1 only);
- temporary joint definition and requirements;
- techniques required to ensure repeatable measurements;
- procedures to reduce reflected power from detectors, temporary joints, connectors, etc.
- allowable added loss due to connector sets;
- allowable added loss due to temporary joints;
- performance requirements;
- allowable return loss;
- deviations.

When using method 4, the following details, as applicable, shall be specified in the relevant specification:

- wavelength of the OTDR;
- type and length of fibre;
- minimum length of l_1 and maximum length of l_2 ;
- details of the excitation unit;
- refractive index n_1 of the fibre core and n_2 of the standard reflection element for the wavelength used;
- any special requirement for fibre cutting and cleaving.

4.4.13 Change in return loss

4.4.13.1 Purpose

The purpose of this procedure is to measure periodically the return loss of a connector set cord in order to determine how this parameter varies with the time. The return loss of a connector can change over time due to external influences on the connector such as thermal stress, vibration, moisture, mechanical stress (e.g. crush) as well as through

vibrations et humidité ainsi qu'au vieillissement (résines époxydes, oxydation, etc.). La modification de la puissance réfléchie peut arriver de façon graduelle ou, dans certains cas, de façon épisodique.

4.4.13.2 Description générale

Cette méthode se base sur l'emploi de l'OTDR pour mesurer l'affaiblissement d'adaptation. L'OTDR est calibré au moyen de la réflexion de Fresnel pourvue par une extrémité bien fendue de fibre.

Cette valeur de référence de l'affaiblissement d'adaptation (RL_0) est d'environ 14,5 dB selon la qualité de la surface terminale de la fibre et la longueur d'onde. On considère que pour une technologie de connecteur donnée, des échantillons différents présentent un RL_0 cohérent avec une dispersion négligeable.

La mesure de l'affaiblissement d'adaptation est répétée périodiquement et elle est rendue plus facile par l'acquisition automatisée de données.

4.4.13.3 Appareillage

L'appareillage se compose de:

- un OTDR aux caractéristiques de transmission bien connues (caractéristique spectrale, gamme dynamique, résolution spatiale, précision de distance, durée d'impulsion, etc.). Cet instrument doit être interfacé avec un ordinateur de façon à permettre la mesure périodique de la puissance;
- un atténuateur qui peut être employé à la même longueur d'onde de la source de l'OTDR et ayant des caractéristiques de transmission bien connues (définition et gamme d'affaiblissement, tolérance, réflectance, etc.);
- une fibre de lancement de longueur (L) spécifiée dans la spécification particulière en vigueur (généralement cette longueur dépasse 1 000 m selon la résolution spatiale de l'OTDR);
- une fiche de référence avec fibre amorce dont on connaît l'affaiblissement d'adaptation en plein air. Cette valeur peut être mesurée par l'emploi d'un dispositif de branchement. la longueur d'onde de la source et les conditions de lancement au connecteur devront être aussi proches que possible de celles obtenues par la méthode de l'OTDR;
- un dispositif (1) pour terminer l'extrémité libre du cordon d'une façon non réfléchissante. Idéalement celle-ci devra avoir un affaiblissement d'adaptation supérieur à 50 dB et empêcher la lumière ambiante d'entrer dans la fibre (par exemple, adaptateur d'index placé dans un boîtier opaque non réfléchissant).

4.4.13.4 Procédure

- a) Avec l'ensemble de mesure comme en figure 40, la crête de réflexion due à la fiche de référence en plein air devra être visualisée sur l'écran de l'OTDR.
- b) La perte introduite par l'atténuateur variable doit être augmentée jusqu'à atteindre une amplitude de la crête de réflexion totale égale à une valeur verticale définie (3 cm ou 4 cm) au-dessous du niveau de saturation de l'OTDR. Enregistrer la valeur a_1 à laquelle on a réglé l'atténuateur.

ageing (curing epoxies, oxidation, etc.). The change of return loss can be gradual over time or, in some cases, can be episodic.

4.4.13.2 General description

This method uses the OTDR to measure the return loss. The OTDR is calibrated by means of Fresnel reflection provided by a well-cleaved end of the fibre.

This reference return loss value (RL_0) is located around 14,5 dB depending on the fibre end face quality and the wavelength. It is considered that for a given connector technology different samples present a very consistent RL_0 with a negligible dispersion.

The determination of return loss is repeated periodically with the measurement facilitated by use of automated data acquisition.

4.4.13.3 Apparatus

The apparatus consists of:

- an OTDR of known transmission characteristics (spectral characteristics, dynamic range, spatial resolution, distance accuracy, pulse duration, etc.). This instrument has to be interfaced with a computer so that periodic measurement of the power can be made;
- an attenuator capable of being used at the same wavelength as the OTDR source and having known transmission characteristics (resolution and range of attenuation, tolerance, reflectance, etc.);
- a launching fibre of length (L) specified in the relevant detail specification (usually this length is longer than 1 000 m depending on the spatial resolution of OTDR);
- a reference pigtailed plug of which the return loss in open air is noted. This value can be measured by use of the branching device method. The source wavelength and the launching conditions present at the connector location shall be as close as possible to those obtained by using the OTDR method;
- a means (T) for terminating the free end of the patch-cord in a non-reflective way. Ideally, this one should have a return loss greater than 50 dB and prevent ambient light to enter into the fibre (e.g. index matching material enclosed in an opaque non-reflective container).

4.4.13.4 Procedure

- a) With the test set arranged as in figure 40, the reflection peak due to reference plug in open air shall be displaced on the OTDR screen.
- b) The loss introduced by the variable attenuator shall be increased until the amplitude of the total reflection peak is set equal to a defined vertical value (i.e. 3 cm or 4 cm) below the saturation level of the OTDR. Record the value a_1 at which the attenuator has been set.

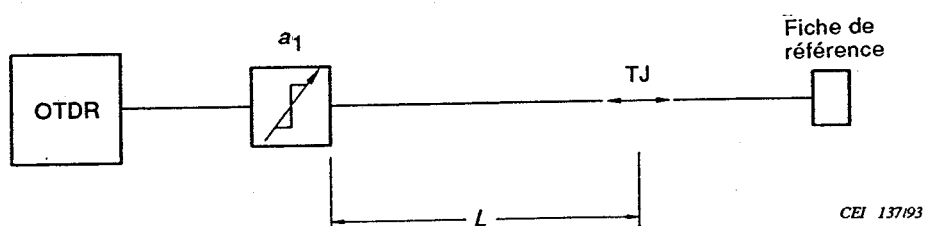


Figure 40

c) Accoupler le connecteur à mesurer comme indiqué figure 41. La deuxième fiche du cordon doit être adaptée dans le dispositif de terminaison T. En agissant sur l'atténuation optique, augmenter la crête de réflexion du connecteur à mesurer jusqu'à la crête de référence. Enregistrer la nouvelle valeur a_2 à laquelle on a réglé l'atténuateur.

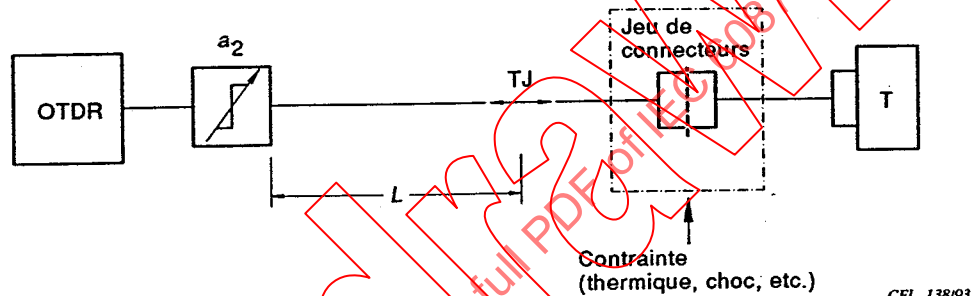


Figure 41

d) La différence $D = a_1 - a_2$ (dB) se révèle proportionnelle à la puissance optique réfléchie à l'arrière par le connecteur testé. En effet la puissance réfléchie à l'arrière dans les deux cas est respectivement:

$$Pr_1 \text{ (dBm)} = P_0 \text{ (dBm)} - RL_0 \text{ (dB)} - 2 a \text{ (dB)} - 2 a_1 \text{ (dB)}$$

$$Pr_2 \text{ (dBm)} = P_0 \text{ (dBm)} - RL_c \text{ (dB)} - 2 a \text{ (dB)} - 2 a_2 \text{ (dB)}$$

où

P_0 est la puissance injectée dans la fibre par l'OTDR;

RL_0 est l'affaiblissement d'adaptation de la fiche de référence en plein air (connecteur non accouplé);

RL_c est l'affaiblissement d'adaptation du connecteur testé (connecteur accouplé);

a est l'affaiblissement de la fibre de lancement avec épissures et connecteurs éventuels.

e) En agissant sur l'atténuateur optique de façon à augmenter la crête de réflexion du connecteur testé jusqu'à la crête de référence on obtient:

$$Pr_1 = Pr_2$$

et donc:

$$RL_c = RL_0 + 2 (a_1 - a_2) \text{ (dB)}$$

ce qui permet de calculer la valeur de l'affaiblissement d'adaptation, connaissant celle (RL_0) de la fiche de référence en plein air.

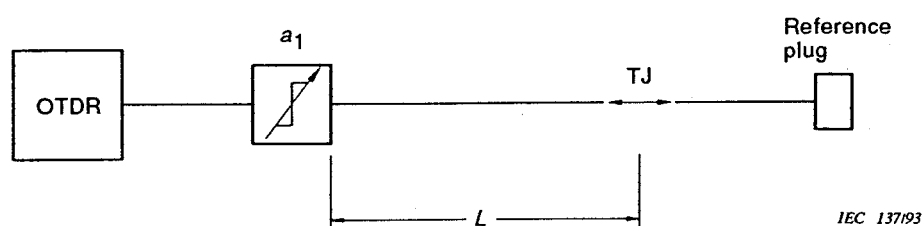


Figure 40

c) Mate the connector to be measured as shown in figure 41. The second plug of the patch-cord shall be matched by the termination T. Acting on the optical attenuator increase the reflection peak of the connector under test to the reference peak. Record the new value, a_2 , at which the attenuator is set.

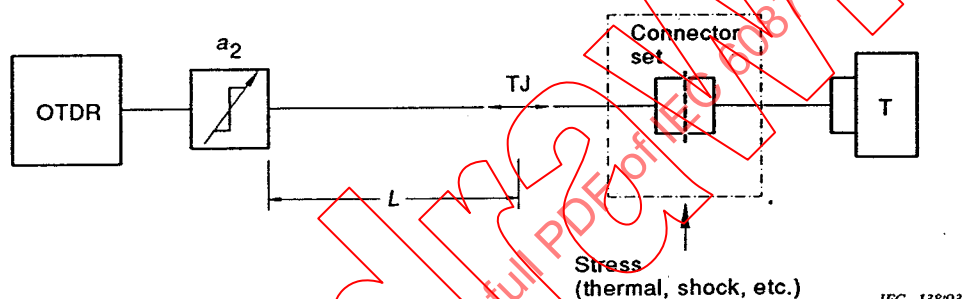


Figure 41

d) The difference $D = a_1 - a_2$ (dB) turns out proportional to the optical power back-reflected by the connector under test. In fact, the power backreflected in the two cases is respectively:

$$Pr_1 \text{ (dBm)} = P_0 \text{ (dBm)} - RL_0 \text{ (dB)} - 2a \text{ (dB)} - 2a_1 \text{ (dB)}$$

$$Pr_2 \text{ (dBm)} = P_0 \text{ (dBm)} - RL_c \text{ (dB)} - 2a \text{ (dB)} - 2a_2 \text{ (dB)}$$

where

P_0 is the power injected by the OTDR into the fibre;

RL_0 is the return loss of the reference plug in open air (connector unmated);

RL_c is the return loss of the connector under test (connector mated);

a is the attenuation of the launching fibre with joints and connectors, if any.

e) Acting on the optical attenuator so as to increase the reflection peak of the connector under test to the reference peak means that:

$$Pr_1 = Pr_2$$

then:

$$RL_c = RL_0 + 2(a_1 - a_2) \text{ (dB)}$$

which allows the return loss value to be calculated, knowing that (RL_0) of the reference plug in air.

f) La valeur susdite de l'affaiblissement d'adaptation servira comme base pour l'évaluation répétée de l'affaiblissement d'adaptation quand le connecteur est sollicité. Quand on fabrique une sollicitation, on change l'affaiblissement fourni par l'atténuateur jusqu'à ce que la crête de réflexion atteigne de nouveau la position de référence sur l'écran de l'OTDR.

Dans ce cas, l'atténuateur variable doit indiquer la nouvelle valeur de a_2 . On peut noter que la valeur d'affaiblissement précédente, a_1 , et l'affaiblissement d'adaptation relatif, RL_0 , ne dépendent que de la puissance réfléchie par la fiche de référence non accouplée et ne sont donc pas influencés par la sollicitation appliquée.

Cette séquence de mesure peut être facilitée par le contrôle par microprocesseur de l'OTDR et de l'atténuateur. En outre, l'ordinateur peut mémoriser et traiter les valeurs d'affaiblissement et d'affaiblissement d'adaptation, et peut en déterminer le changement graduel avec la sollicitation appliquée.

Les caractéristiques de la sollicitation, la périodicité des mesures de RL_c et leur durée sont spécifiées dans la spécification particulière.

4.4.13.5 Détails à spécifier

Les détails suivants doivent être indiqués dans la spécification relative:

- Détails sur l'OTDR:
 - caractéristique spectrale de la source optique;
 - gamme dynamique;
 - pouvoir séparateur;
 - précision de distance;
 - durée de l'impulsion.
- Détails sur l'atténuateur optique variable:
 - tolérance d'affaiblissement;
 - gamme d'affaiblissement;
 - réflectance.
- Longueur et type de la fibre de lancement (L).
- Définition de l'épissure temporaire et exigences.
- Périodicité de lecture de a_2 .
- Durée de lecture de a_2 .
- Détails sur la sollicitation appliquée.
- Exigences d'affaiblissement d'adaptation et de stabilité dans le temps pour la terminaison adaptée.
- Valeur de RL_0 .
- Technique nécessaire pour assurer la répétabilité de mesurages.
- Exigences de performance en ce qui concerne:
 - affaiblissement d'adaptation permis;
 - déviations.

f) The above value of return loss will serve as a baseline for repeated estimates of the return loss when the connector is stressed. When the stress condition is applied, the attenuation supplied by the attenuator is varied until the reflection peak again reaches the reference position on the OTDR screen.

In such a case, the new value of a_2 shall be read on the variable attenuator. It can be noted that the former attenuation value, a_1 , and the relevant return loss, RL_0 , only depend on the reflected power by the reference plug unmated and therefore are not influenced by the applied stress.

This measurement sequence can be facilitated by control of the OTDR and of the attenuator by a microprocessor. Moreover, the computer may store and process the values of attenuation and of return loss and may determine its gradual change with the applied stress.

The feature of stress, the periodicity of the measurements of RL_c and their duration are specified in the detail specification.

4.4.13.5 Details to be specified

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

- Details on the OTDR:
 - spectral characteristic of the optical source;
 - dynamic range;
 - spatial resolution;
 - distance accuracy;
 - pulse duration.
- Details on the optical variable attenuator:
 - attenuation tolerance;
 - attenuation range;
 - reflectance.
- Length and type of launching fibre (L).
- Temporary joint definition and requirements.
- Periodicity of reading of a_2 .
- Duration of reading of a_2 .
- Details of the stress applied.
- Requirements on the matched termination in terms of return loss and return loss stability upon the time.
- Value of RL_0 .
- Technique required to ensure repeatability measurements.
- Performance requirements as:
 - allowable return loss;
 - deviations.

4.4.14 Distribution modale

4.4.14.1 But

Cette méthode ne représente pas une méthode générale destinée à être utilisée en production. Elle représente une méthode pour effectuer des mesures périodiques ou des contrôles expérimentaux.

4.4.14.2 Description générale

Dans tout type de fibre multimode, connecteur ou composant, jusqu'à cent modes guidés, avec une puissance différente, peuvent être excités selon la source de lumière utilisée. Chacun de ces modes a une atténuation et un temps de propagation différents. Aussi, pour effectuer des mesures d'atténuation et de longueur d'onde, la distribution modale excitée devra être prise en compte.

4.4.14.3 Appareillage

Le dispositif de mesure est décrit ci-dessous dans la figure 42.



CEI 139/93

Figure 42 – Mesure en champ proche

– Source de lumière (S)

Toute source de lumière qui satisfait à l'inéquation suivante peut être utilisée:

$$\frac{\delta \lambda}{\lambda_0} \geq \frac{(2\Delta)^{1/2}}{aK_0N_1} \quad (1)$$

où

$\delta \lambda$ représente la largeur spectrale de la source

λ_0 est la longueur d'onde centrale

$\Delta = \frac{n_1^2 - n_2^2}{2n_1^2}$ est la différence d'indice de réfraction relative

n_1 est l'indice maximum de réfraction du coeur de la fibre

n_2 est l'indice de réfraction de la gaine

a est le rayon du coeur

$K_0 = 2\pi/\lambda_0$ est le nombre d'onde

$N_1 = n_1 - \lambda_0 \frac{dn_1}{d\lambda_0}$ est l'indice de groupe du matériau.

Cela signifie que la longueur spectrale de la source ($\delta \lambda$) doit dépasser une certaine valeur, c'est-à-dire que des sources de lumières cohérentes ne peuvent être utilisées.

4.4.14 Modal power distribution

4.4.14.1 Purpose

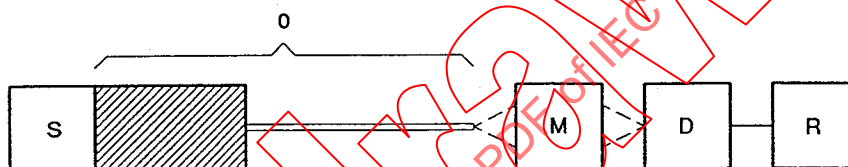
This test is not intended as a general method for production purposes. The method proposed allows to perform type tests or verification of experimental set-up where connectors are used.

4.4.14.2 General description

In any optical multimode fibre, connector or component, up to some hundred guided modes, with different power, can be excited depending on the light source used. Each of these modes has a different attenuation and propagation time. Therefore, for attenuation or bandwidth measurements, the excited modal power distribution should be taken into account.

4.4.14.3 Apparatus

A typical measuring set-up is shown in figure 42.



IEC 139/93

Figure 42 – Near field measuring set-up

– Light source (S)

Any light source, fulfilling the following inequality can be used:

$$\frac{\delta \lambda}{\lambda_0} \geq \frac{(2\Delta)^{1/2}}{aK_0N_1} \quad (1)$$

where

$\delta \lambda$ is the source linewidth

λ_0 is the free-space centre wavelength

$$\Delta = \frac{n_1^2 - n_2^2}{2n_1^2} \text{ is relative-refractive index difference}$$

n_1 is the maximum refractive index of the fibre core

n_2 is the cladding refractive index

a is the core radius

$K_0 = 2\pi/\lambda_0$ is the free-space wave number

$$N_1 = n_1 - \lambda_0 \frac{dn_1}{d\lambda_0} \text{ is the material group index}$$

This means that the source linewidth ($\delta \lambda$) has to exceed a certain value, i.e. coherent light sources cannot be used.

En pratique, des diodes électroluminescentes DEL, des lampes (Xe, W, Hg, Na, etc.) avec ou sans filtres spectraux, de diodes laser multimodes (DL) peuvent être utilisées.

Pour des fibres optiques standard, de diamètre de coeur $2 = 50 \mu\text{m}$ et d'ouverture numérique $\text{ON} = 0,2$, l'inégalité (1) est satisfaite à une longueur d'onde $\lambda_1 = 850 \text{ nm}$ avec une largeur spectrale de la source $\delta\lambda_1 > 0,5 \text{ nm}$ et à une longueur d'onde $\lambda_2 = 1300 \text{ nm}$ et $\delta\lambda_2 > 1,2 \text{ nm}$.

La longueur spectrale de la source peut être vérifiée par une mesure au monochromateur.

Comme la distribution modale est fonction de la longueur d'onde, celle-ci doit être spécifiée ainsi que la longueur spectrale correspondante.

NOTE - Le flux énergétique en sortie de la source de lumière doit être stabilisé avant de démarrer l'essai.

– Objet soumis à l'essai (O)

L'objet soumis à l'essai peut être la fibre de sortie du dispositif de mesure.

– Dispositif optique de grossissement (M)

Afin d'obtenir une meilleure résolution spectrale du champ proche à l'extrémité de la fibre, des dispositifs optiques de grossissement tels que des lentilles peuvent être utilisés. Comme la focale de tels dispositifs dépend de la longueur d'onde utilisée, la focalisation de l'extrémité de la fibre doit être soigneusement réglée pour ne pas perturber la distribution modale. Ceci est important aussi pour les dispositifs d'injection utilisant des lentilles.

– Détecteur optique (D)

Pour détecter le champ proche, une caméra Vidicon ou une matrice de photodiodes peut être utilisée.

Des photodiodes unitaires associées à un diaphragme (pour augmenter la résolution) peuvent être utilisées, mais ce montage a pour inconvénient de ne pas visualiser toute l'extrémité du dispositif.

Si le flux énergétique de sortie dépasse la gamme dynamique du détecteur, un atténuateur optique peut être inséré par exemple en amont du détecteur.

La gamme de longueurs d'onde de fonctionnement du détecteur doit être adaptée à celle de la source.

– Dispositif de commande (R)

La courbe d'intensité en champ proche peut être visualisée sur un moniteur vidéo ou une table traçante XY.

4.4.14.4 Procédure

a) Sauf indication contraire en spécification intermédiaire et/ou particulière, le champ proche dans le coeur de la fibre est mesuré au moins trois fois. Chaque mesure est obtenue par rotation de 45° de la fibre.

b) Le banc de mesurage de la distribution modale représenté schématiquement en figure 42 peut être réalisé comme le montre la figure 43 ci-dessous.

La partie encadrée de pointillés illustre le banc de mesure décrit ci-dessus. Le schéma représente: la source de lumière (1) une lampe halogène; un dispositif d'injection (2), une lentille, l'objet à mesurer (3), un connecteur à fibre amorce; un appareil optique de grossissement (4), microscope; le détecteur optique (5), caméra Vidicon; un dispositif de visualisation (6), un moniteur vidéo avec l'intensité sur l'écran et un profil d'échelle.

In practice, light-emitting diodes (LED) and lamps (Xe, W, Hg, Na, etc.) with or without spectral filters and multimode laser diodes (LD) are usable.

For the nominally standardized optical fibres with a core diameter of 50 μm and a numerical aperture $\text{NA} = 0,2$, inequality (1) is fulfilled at a wavelength $\lambda_1 = 850 \text{ nm}$ with a source linewidth $\delta\lambda_1 > 0,5 \text{ nm}$ and at a wavelength $\lambda_2 = 1\,300 \text{ nm}$ with $\delta\lambda_2 > 1,2 \text{ nm}$.

The linewidth of the source can be verified by a monochromator measurement.

Because the modal power distribution is a function of wavelength, the wavelength of the chosen light source (S) shall be specified with the relevant linewidth.

NOTE - The output power of the light source shall be stabilized before beginning the experiments.

- Test object (O)

The test object can be the output fibre of any measurement set-up.

- Optical magnifying device (M)

In order to obtain a better spatial resolution of the fibre endface near-field, optical magnifying devices such as lenses, etc. are used. Because the focus of such devices is a function of the wavelength used, the focus of the endface of the fibre shall be carefully adjusted. Otherwise the modal power distribution will be distorted. This is also important for launching devices using lenses.

- Optical detector (D)

For the optical detection of the near-field, a Vidicon camera or a semiconductor photodetector array can be used.

Single semiconductor photodiodes in combination with a pin-hole (to increase the resolution) can also be used, but are not recommended as they do not show the complete endface on the monitoring device.

If the optical output power exceeds the dynamic range of the detector, an optical attenuator shall be included, e.g. before the detector.

The operational wavelength range of the detector shall be chosen to match that of the source.

- Monitoring device (R)

The near-field intensity distribution can be displayed on a video monitor or xy-chart recorder.

4.4.14.4 Procedure

a) Unless otherwise specified in the relevant sectional and/or detail specification the near-field pattern through the fibre core is measured at least three times, each of them obtained by rotating the output fibre by 45° .

b) For the calculation of the modal power distribution the measuring set-up shown schematically in figure 42 can be realized as shown in figure 43.

The dotted part is an example of the set-up described above. The figure shows: the light source (1), a halogen lamp; the *launching* device (2), a lens; test object (3), a connector pigtail; the optical magnifying device (4), a microscope; the optical detector (5), a Vidicon camera; a video monitor (6) with the endface *intensity and one scan profile on the screen*.

En complément un ordinateur (7) peut être utilisé afin de contrôler et stocker les mesures de la distribution du champ proche ainsi qu'un tracé (8) de la distribution modale calculée par l'ordinateur.

L'unité de contrôle (9) sert à assurer le transfert de données entre la caméra Vidicon et l'ordinateur.

c) Après avoir effectué les trois mesures consécutives en champ proche par rotation de 45° de la sortie de la fibre, la distribution modale $P(\delta)$ est donnée par la formule suivante:

$$P(\delta) = -2\pi \left(\frac{a}{V}\right)^2 \left[\frac{dI_N(r)}{d(r/a)} \cdot h(r/a) \right] \delta^2 \Delta h(r/a) \quad (2)$$

où

$$\delta = \frac{1}{2} \left[1 - \frac{\beta^2}{n_1^2 K_0} \right] \quad \text{est la constante de propagation normalisée}$$

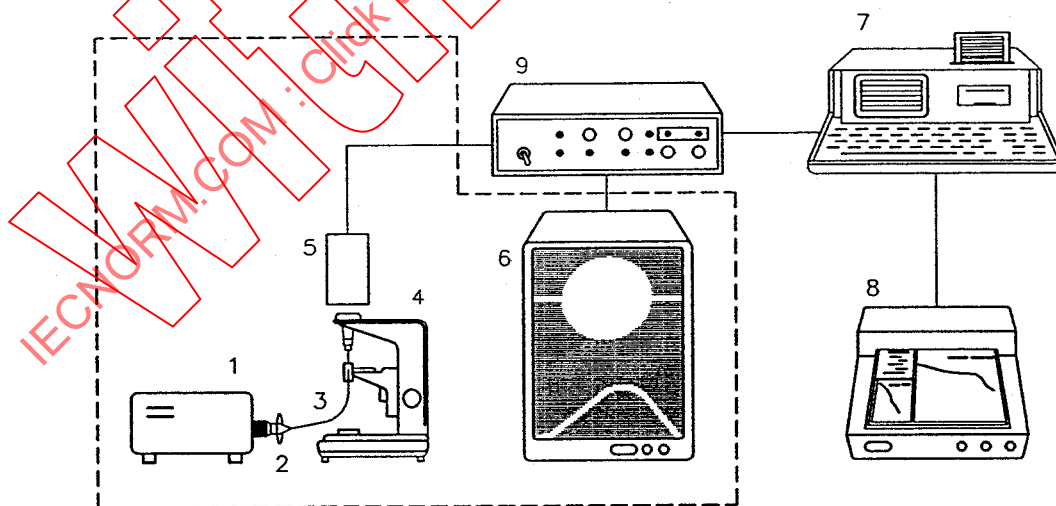
β est la composante de propagation

$V = aK_0 n_1 \sqrt{2\Delta}$ est la fréquence normalisée

r est l'ordonnée radiale et

h est la fonction du profil.

Tous les paramètres de la formule (2) dépendent de la fibre et doivent être auparavant déterminés pour la fibre et la source, à l'exception de ceux mesurés et stockés pendant le relevé du champ proche $I_N(r)$.



CEI 140/93

Figure 43 – Banc de mesure pour la détermination de la distribution modale (basé sur une analyse de champ proche)

4.4.14.5 Détails à spécifier

Les détails relatifs à ces essais doivent être spécifiés par la spécification en vigueur.

In addition, use can be made of a computer (7) which controls the measurement and stores the measured data of the near-field distribution and a plotter (8) which can present the modal power distribution calculated by the computer.

The remaining controlling unit (9) serves for the data transfer between vidicon camera and computer.

c) Assuming three consecutive near-field measurements at the output fibre of the test object, each of them obtained by rotating the output fibre end through 45°, the modal power distribution $P(\delta)$ is given by the following formula:

$$P(\delta) = -2\pi \left(\frac{a}{V}\right)^2 \left[\frac{dI_N(r)}{d(r/a)} \cdot h(r/a) \right] \delta^2 \Delta h(r/a) \quad (2)$$

where

$$\delta = \frac{1}{2} \left[1 - \frac{\beta^2}{n_1^2 K_0} \right] \quad \text{is the normalized propagation constant}$$

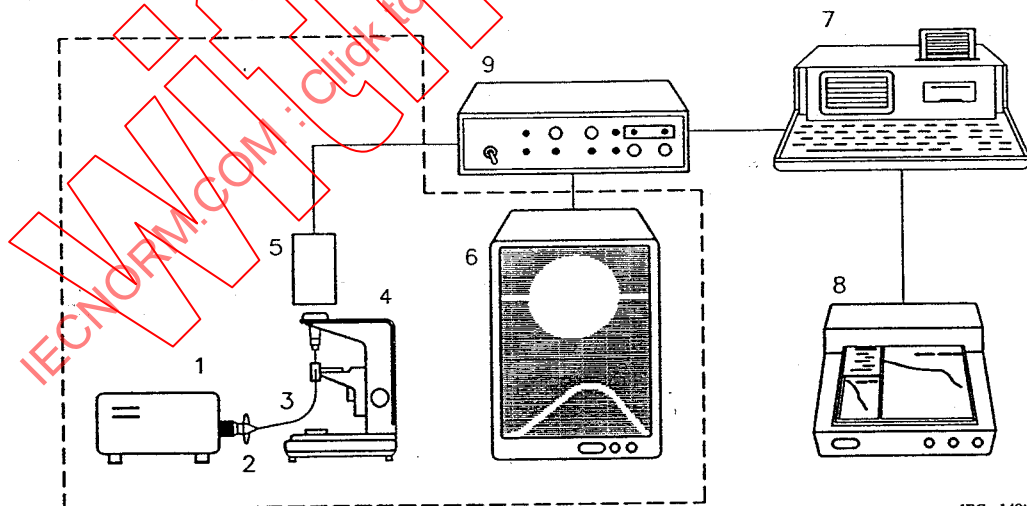
β is the propagation constant

$V = aK_0 n_1 \sqrt{2\Delta}$ is the normalized frequency

r is the radial coordinate and

h is the profile function.

All parameters in formula (2) are dependent on the fibre and shall be previously determined for the fibre and the source with the exception of those measured and stored during the near field intensity test $I_N(r)$



IEC 140/93

Figure 43 – Measuring equipment for the determining of the modal power distribution (based on a near-field analysis)

4.4.14.5 Details to be specified

Details related to this test shall be specified in the relevant specification.

4.4.15 *Alignement de la fibre dans l'embout: erreur de concentricité et d'alignement angulaire*

4.4.15.1 *But*

Le but de ce procédé est de mesurer la capacité d'une fiche ou d'un embout pour connecteur optique d'aligner une fibre au centre du trou (concentricité du trou) et aligner la fibre parallèlement à l'axe de l'embout ou de la fiche (erreur d'alignement angulaire du trou).

4.4.15.2 *Description générale*

Cette méthode ne mesure pas directement le diamètre du trou ou l'erreur d'alignement angulaire d'une fiche ou d'un embout: il estime plutôt la capacité de ces parties d'orienter une fibre optique par rapport à elles-mêmes, comme expliqué ci-dessous.

Pour la plupart des connecteurs optiques, et en particulier pour ceux qui se basent sur des moyens d'alignement de type embout dans raccord, la mesure du centrage de la fibre optique au centre de l'embout et le degré d'alignement de l'axe de la fibre par rapport à l'axe de l'embout sont des paramètres critiques pour la capacité du connecteur de former une connection avec une basse perte par insertion. Les paramètres importants d'un connecteur ou embout seraient donc le diamètre du trou, sa concentricité, sa circularité et son alignement par rapport à l'axe de la surface de référence (par exemple le cylindre défini par la surface de l'embout).

Toutefois, en pratique, on peut obtenir un alignement très précis et répétable d'une fibre dans le trou d'un embout ou d'une fiche même si le trou n'est pas précis quant au diamètre, à la concentricité, etc. Par exemple, une légère courbure du trou le long de son axe ferait positionner la fibre sur un côté du trou même si le trou était surdimensionné et non parfaitement circulaire.

Donc, pour des parties telles qu'embouts ou fiches pour connecteurs à monter sur place, il vaut mieux évaluer la capacité de la partie de positionner la fibre, avec une bonne répétabilité, dans son centre et en axe avec elle, plutôt qu'évaluer les paramètres précis du trou.

4.4.15.3 *Appareillage*

L'appareillage se compose de:

- un bloc avec rainure en V, un angle de 108° et une dimension telle que la fiche ou l'embout à mesurer peuvent être montés et tournés tout en étant sur le bloc et maintenant le contact d'alignement avec ce dernier. Le bloc avec rainure en V devrait être en acier trempé ou autre matériel de même résistance. La rugosité de la surface devrait être de $\frac{0.2}{\sqrt{}}$
- un ombrogramme ou un dispositif d'observation à grossissement optique calibré;
- des dispositifs pour maintenir le bloc à rainure en V en position dans l'ombrogramme ou dispositif d'observation.

4.4.15 *Fibre alignment in ferrule: concentricity and angular misalignment*

4.4.15.1 *Purpose*

The purpose of this procedure is to measure the ability of a plug or ferrule for a fibre optic connector to align a fibre in the centre of the hole (hole concentricity) and align the fibre parallel to the axis of the ferrule or plug (hole angular misalignment).

4.4.15.2 *General description*

This measurement method does not directly measure hole diameter or angular misalignment of a plug or ferrule. It estimates the ability of these parts to orient an optical fibre to themselves as explained below.

For most optic connectors, and in particular for those based on ferrule-in-sleeve alignment means, the measure of centering of the optical fibre in the centre of the ferrule and the degree to which the fibre axis is aligned to the ferrule axis are critical parameters in the ability of the connector to make a low insertion loss connection. Thus it would seem that the important parameters of a connector or ferrule would be the hole diameter, its concentricity, its circularity and its alignment to the axis of the reference surface (e.g. the cylinder defined by the surface of the ferrule).

However, in practice, it is possible to obtain very precise and repeatable alignment of a fibre in the hole of a ferrule or plug even when the hole is not precise in terms of its diameter, concentricity, etc. For example, a slight curvature of the hole along its axis would cause the fibre to position itself repeatably on one side of the hole, even if the hole is oversized and not very circular.

Thus, for parts such as ferrules or plugs for field mountable connectors, it is more important to evaluate the capability of the part to position the fibre repeatably in the centre of the part and on axis with the part rather than to evaluate the precise parameters of the hole itself.

4.4.15.3 *Apparatus*

The apparatus consists of:

- a V-groove block of angle 108° and a size such that the ferrule or plug to be measured can be mounted and rotated while resting in the block and while maintaining alignment contact with the block. The V-groove block should be of hardened steel or other such durable material; the surface roughness should be $0.2 \mu\text{m}$;
- a shadow graph or a calibrated optical magnification viewing system;
- means for holding the V-groove block in position in the shadow graph or viewing system.

4.4.15.4 Procédé de mesure

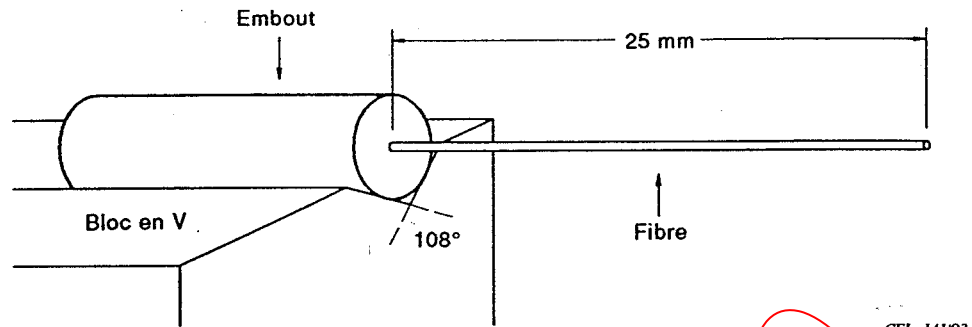


Figure 44

a) Dans cette méthode, on monte une partie de fibre dans l'embout, comme spécifié dans les spécifications particulières en vigueur, en la laissant sortir de l'extrémité. On mesure ensuite la concentricité et l'alignement axial avec la surface de référence de l'embout, de la partie de fibre qui sort.

On doit fixer la fibre de façon qu'elle ne tourne pas par rapport à l'embout pendant l'essai.

b) On monte l'appareil montré ci-dessus dans le dispositif d'observation et on projette une partie de la fibre.

c) En tournant l'embout dans la rainure en V de précision, on peut mesurer l'excursion latérale de la fibre quand elle tourne.

d) La mesure faite près de l'extrémité de l'embout donnera une évaluation de la concentricité de la position de la fibre dans l'embout par rapport à la surface de référence.

e) Si la mesure est effectuée près de l'embout et répétée à l'extrémité de la fibre loin de l'embout, les deux séries de lectures donneront une évaluation de l'alignement axial de la fibre par rapport à la surface de référence de l'embout.

f) La mesure de l'erreur de concentricité du trou est donnée par l'excursion maximale du profil de l'ombre de la fibre (mesuré dans la position près de l'extrémité de l'embout) divisée par deux.

g) La mesure de l'alignement angulaire du trou est donnée par ϕ où $\tan \phi = y \text{ (mm)} / 25$.

4.4.15.4 Measurement procedure

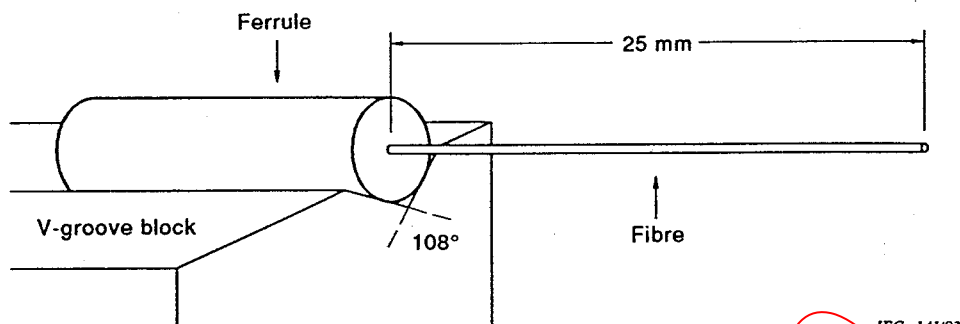


Figure 44

a) In this method, a piece of fibre is mounted in the ferrule as specified by the relevant detail specification but allowed to overhang (stick out of) the end. This part of the fibre that is overhanging is then measured for concentricity and axial alignment with the ferrule reference surface.

The fibre shall be fixed so as not to rotate with respect to the ferrule during the test.

b) The apparatus shown above is mounted in the viewing system and a portion of the fibre is imaged.

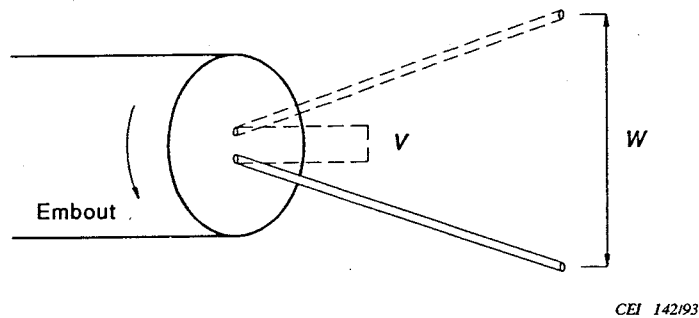
c) By rotating the ferrule in the precision V-groove, the lateral excursion of the fibre as it rotates can be measured.

d) The measurement made near the end of the ferrule will give an estimate of the concentricity of the location of the fibre in the ferrule with respect to the reference surface.

e) If the measurement is made near the ferrule and repeated at the end of the fibre away from the ferrule, the two sets of readings will give an estimate of the axial alignment of the fibre with respect to the ferrule reference surface.

f) The measure of hole concentricity error is given by the maximum excursion of a fibre shadow edge (measured at the position near the end of the ferrule) divided by two.

g) The measure of hole angular alignment is given by ϕ where, $\tan \phi = y \text{ (mm)} / 25$.



$$y = \frac{W - v}{2}$$

Figure 45

4.4.15.5 Détails à spécifier

Les détails suivants doivent, le cas échéant, être spécifiés par la spécification en vigueur:

- dimensions du bloc, en volts;
- incréments de rotation de la partie dans le bloc, en volts;
- détails dimensionnels de la fibre;
- techniques nécessaires pour assurer des mesures répétables;
- exigences de prestation:
 - erreur de concentricité permise;
 - erreur d'alignement angulaire permise.

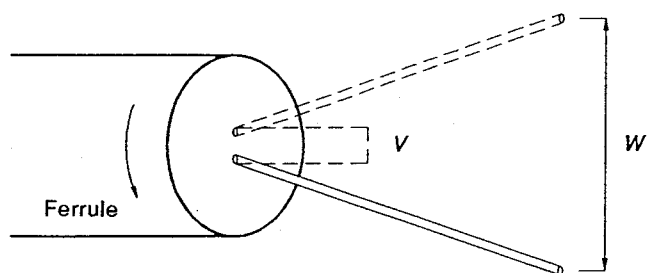
4.5 Procédures d'essais d'environnement

Les procédures d'essais d'environnement à utiliser pour les essais d'assurance de la qualité doivent être choisies de préférence dans le tableau 4.

Les effets de ces essais peuvent inclure, entre autres:

- les dommages physiques tels que desserrement, usure, déformation physique et rupture d'endurance des pièces mécaniques;
- les modifications temporaires ou définitives des propriétés optiques du spécimen;
- les dommages mécaniques de la fibre;
- les déplacements de la fibre et/ou de l'embout;
- les déplacements du câble.

Ces effets peuvent être évalués en procédant à des mesures avant, pendant et après les essais, selon le cas. Les mesures à effectuer, le moment où elles doivent être faites et les prescriptions à respecter doivent être indiquées dans la spécification en vigueur.



IEC 142/93

$$y = \frac{W - V}{2}$$

Figure 45

4.4.15.5 Details to be specified

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

- dimensions of the V-blocks;
- increments of rotation of the part in the V-block;
- fibre dimensional details;
- techniques required to ensure repeatable measurements;
- performance requirements:
 - allowable concentricity error;
 - allowable angular misalignment error.

4.5 Environmental test procedures

The environmental test procedures to be used for quality assessment testing shall be selected from table 4.

The effects of these tests may include but are not limited to the following:

- physical damage such as loosening of parts, wear, physical distortion and fatigue failures to mechanical parts;
- temporary or permanent changes to the optical characteristics of the specimen;
- mechanical damage to the fibre;
- displacement of the fibre and/or the ferrule;
- displacement of the cable.

The effects may be evaluated by making initial measurements, measurements during the test and final measurements as appropriate. The measurements to be made, the times they are to be made and the requirements to be met shall be specified in the relevant specification.

Tableau 4 – Liste des procédures d'essais d'environnement

Procédure	Article
Vibrations	4.5.1
Efficacité de la rétention de a fibre ou de l'embout	4.5.2
Charge statique	4.5.3
Efforts de traction sur le câble	4.5.4
Efforts de torsion sur le câble	4.5.5
Robustesse du mécanisme de verrouillage	4.5.6
Moment de flexion	4.5.7
Secousses	4.5.8
Chocs	4.5.9
Résistance à la compression	4.5.10
Compression axiale	4.5.11
Impact	4.5.12
Accélération	4.5.13
Chute	4.5.14
Couple de serrage	4.5.15
Moisissures	4.5.16
Froid	4.5.17
Chaleur sèche	4.5.18
Chaleur humide (essai continu)	4.5.19
Séquence climatique	4.5.20
Condensation	4.5.21
Variations rapides de température	4.5.22
Étanchéité (connecteurs étanches au montage et avec barrière d'étanchéité)	4.5.23
Étanchéité (immersion dans l'eau)	4.5.24
Étanchéité (herméticité)	4.5.25
Atmosphère corrosive (sel)	4.5.26
Poussière	4.5.27
Atmosphère industrielle	4.5.28
Basse pression atmosphérique	4.5.29
Rayonnement solaire	4.5.30
Rayonnement nucléaire	4.5.31
Endurance mécanique	4.5.32
Résistance à haute température	4.5.33
Résistance aux solvants et aux fluides contaminants	4.5.34
Efficacité du dispositif de rétention contre les efforts de rotation du câble	4.5.35
Forces d'accouplement et de désaccouplement pour connecteurs montés sur panneaux arrière	4.5.36

Table 4 – List of environmental test procedures

Procedure	Subclause
Vibration	4.5.1
Effectiveness of fibre or ferrule retention	4.5.2
Static load	4.5.3
Cable pulling	4.5.4
Cable torsion	4.5.5
Strength of coupling mechanism	4.5.6
Bending moment	4.5.7
Bump	4.5.8
Shock	4.5.9
Crush resistance	4.5.10
Axial compression	4.5.11
Impact	4.5.12
Acceleration	4.5.13
Drop	4.5.14
Coupling proof torque	4.5.15
Mould growth	4.5.16
Cold	4.5.17
Dry heat	4.5.18
Damp heat (steady state)	4.5.19
Climatic sequence	4.5.20
Condensation	4.5.21
Rapid change of temperature	4.5.22
Sealing (panel-seals and barrier-seals connectors)	4.5.23
Sealing (water immersion)	4.5.24
Sealing (hermetic)	4.5.25
Corrosive atmosphere (salt mist)	4.5.26
Dust	4.5.27
Industrial atmosphere (sulphur dioxide)	4.5.28
Low air pressure	4.5.29
Solar radiation	4.5.30
Nuclear radiation	4.5.31
Mechanical endurance	4.5.32
High temperature endurance	4.5.33
Resistance to solvents and contaminating fluids	4.5.34
Effectiveness of clamping device against cable nutation	4.5.35
Insertion and withdrawal forces for back-panel connectors	4.5.36

4.5.1 Vibrations (sinusoïdales)

Cette procédure est effectuée en accord avec la CEI 68-2-6 (essai Fc).

4.5.1.1 But

Le but de cette procédure est d'évaluer les effets des vibrations sur les spécimens, aux bandes et grandeurs de fréquences susceptibles d'être rencontrées lors de l'utilisation sur le terrain.

La plupart des vibrations rencontrées lors de l'utilisation sur le terrain ne sont pas de type harmonique simple. Cependant, les essais basés sur ce type de vibrations ne sont montrés capables de simuler de manière satisfaisante la mise en service réelle.

4.5.1.2 Description générale

On monte un spécimen sur un générateur de vibrations et on le soumet aux vibrations par déplacement sinusoïdal. Le spécimen est soumis aux vibrations selon trois directions orthogonales, dont l'une sera parallèle à l'axe optique. L'amplitude des vibrations est spécifiée en termes de déplacement constant ou d'accélération constante. L'ensemble de ces méthodes combinées formera les différentes procédures de l'essai Fc de la CEI 68-2-6.

4.5.1.3 Matériel

L'appareillage comprend:

- un générateur de vibrations;
- des éléments appropriés de fixation du spécimen.

Le matériel doit être conforme aux prescriptions de l'essai Fc de la CEI 68-2-6.

4.5.1.4 Procédure

Appliquer la procédure en accord avec l'essai Fc de la CEI 68-2-6. Le spécimen doit être soumis aux vibrations selon trois axes orthogonaux, dont l'un sera l'axe optique. L'épreuve de vibration doit être exécutée par balayage.

4.5.1.5 Sévérité

La sévérité comprend la bande de fréquences, l'amplitude des vibrations et la durée de l'épreuve pour chaque axe. La sévérité doit être indiquée dans la spécification en vigueur.

Les sévérités préférentielles suivantes sont des sévérités facultatives pouvant être spécifiées pour cette procédure.

Bande de fréquences	Amplitude des vibrations
10 – 55 Hz	Déplacement constant de 0,75 mm (jusqu'à 60 Hz)
10 – 150 Hz	
10 – 500 Hz	Accélération constante de 98 m/s ² (au-dessus de 60 Hz)
10 – 2 000 Hz	
10 – 5 000 Hz	

Durée de l'épreuve par axe	10 min par direction spécifiée 30 min par direction spécifiée
-------------------------------	--

4.5.1 *Vibration (sinusoidal)*

This procedure is conducted in accordance with IEC 68-2-6 (test Fc).

4.5.1.1 *Purpose*

The purpose of this procedure is to evaluate the effects of vibration on specimens at the predominant frequency ranges and magnitudes that may be encountered during field service.

Most vibrations encountered in field service are not of a simple harmonic nature. However, tests based on vibrations of this type have proved satisfactory to simulate actual field service.

4.5.1.2 *General description*

A specimen is mounted to a vibration generator and vibrated with a sinusoidal motion. The specimen is exposed to vibration in three mutually perpendicular directions, one of which is parallel to the optical axis. The vibration amplitude is specified either in terms of constant displacement or constant acceleration. Various methods are combined to form different procedures in test Fc of IEC 68-2-6.

4.5.1.3 *Apparatus*

The apparatus consists of:

- a vibration generator;
- suitable specimen mounting fixtures.

The apparatus shall be in accordance with test Fc of IEC 68-2-6.

4.5.1.4 *Procedure*

Conduct the procedure in accordance with test Fc of IEC 68-2-6. The specimen shall be vibrated in three mutually perpendicular axes, one of which is the optical axis. The vibration endurance shall be performed by sweeping.

4.5.1.5 *Severity*

The severity consists of a combination of frequency range, vibration amplitude and endurance duration per axis. The severity shall be specified in the relevant specification.

The following preferred severities are non-mandatory severities which may be specified for this procedure.

Frequency range	Vibration amplitude
10 – 55 Hz	0,75 mm constant displacement (up to 60 Hz)
10 – 150 Hz	
10 – 500Hz	98 m/s ² constant acceleration (above 60 Hz)
10 – 2 000Hz	
10 – 5 000 Hz	

Endurance duration per axis	10 min in each specified direction 30 min in each specified direction
--------------------------------	--

4.5.1.6 *Détails à préciser*

Les détails suivants doivent, le cas échéant, être spécifiés par la spécification en vigueur:

- bande de fréquences;
- amplitude des vibrations;
- durée de l'épreuve par axe;
- spécimen optiquement actif ou passif;
- procédure de préconditionnement;
- procédure de reprise;
- mesures initiales et exigences fonctionnelles;
- mesures en cours d'essai et exigences fonctionnelles;
- mesures finales et exigences fonctionnelles;
- écarts.

4.5.2 *Efficacité de la rétention de la fibre ou de l'embout*

4.5.2.1 *But*

Le but de cette procédure est de vérifier que le dispositif de rétention ou de fixation de la fibre ou de l'embout dans le connecteur résistera aux charges mécaniques susceptibles d'être appliquées au cours des opérations de montage ou de manutention.

4.5.2.2 *Description générale*

Le corps du jeu de connecteurs monté et raccordé est fixé à un dispositif de rétention rigide. Une force et/ou un effort longitudinal est ensuite appliqué à la fibre ou à l'embout.

4.5.2.3 *Matériel*

L'appareillage comprend:

- un générateur de couple capable d'appliquer progressivement les charges spécifiées à la vitesse requise;
- un dispositif de rétention approprié pour appliquer la ou les charges à la fibre ou à l'embout;
- un dispositif de rétention fixe pour maintenir fermement le spécimen.

4.5.2.4 *Procédure*

- a) Fixer solidement le spécimen au dispositif fixe de rétention.
- b) Fixer le dispositif de rétention à la fibre ou à l'embout.
- c) Appliquer progressivement la charge à la vitesse spécifiée.
- d) Maintenir la charge pendant 10 s environ.

4.5.2.5 *Sévérité*

La sévérité comprend la valeur de la charge. La sévérité doit être donnée par la spécification en vigueur.

4.5.1.6 *Details to be specified*

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

- frequency range;
- vibration amplitude;
- endurance duration per axis;
- specimen optically functioning or non-functioning;
- pre-conditioning procedure;
- recovery procedure;
- initial measurements and performance requirements;
- measurements during test and performance requirements;
- final measurements and performance requirements;
- deviations.

4.5.2 *Effectiveness of fibre or ferrule retention*

4.5.2.1 *Purpose*

The purpose of this procedure is to ensure that the captivation or the attachment of the fibre or the ferrule in the connector will withstand mechanical loads such as are likely to be applied during assembly or handling operations.

4.5.2.2 *General description*

The body of the assembled and terminated connector set is fixed to a rigid clamping device. A longitudinal force and/or torque is then applied to the fibre or the ferrule.

4.5.2.3 *Apparatus*

The apparatus consists of:

- a force generator capable of smoothly applying the required loads at the specified rate;
- a suitable clamping device to apply the load(s) to the fibre or the ferrule;
- a fixed clamping device to hold the specimen securely.

4.5.2.4 *Procedure*

- a) Fix the specimen securely to the fixed clamping device.
- b) Fix the clamping device to the fibre or the ferrule.
- c) Smoothly apply the load at the specified rate.
- d) Maintain the load for 10 s minimum.

4.5.2.5 *Severity*

The severity consists of the magnitude of the load. The severity shall be given in the relevant specification.

4.5.2.6 *Détails à préciser*

Les détails suivants doivent, le cas échéant, être spécifiés par la spécification en vigueur:

- valeur et direction de la (des) charge(s);
- vitesse(s) d'application de la (des) charge(s);
- point d'application de la (des) charge(s);
- spécimen optiquement actif ou passif;
- procédure de préconditionnement;
- procédure de reprise;
- mesures initiales et exigences fonctionnelles;
- mesures en cours d'essai et exigences fonctionnelles;
- mesures finales et exigences fonctionnelles;
- écarts.

4.5.3 *Charge statique*

4.5.3.1 *But*

Le but de cette procédure est de vérifier qu'un connecteur étanche au montage résistera aux efforts de cisaillement susceptibles d'être appliqués dans des conditions normales de fonctionnement.

4.5.3.2 *Description générale*

Le spécimen est monté sur une plaque métallique en simulant la méthode normale de montage. Un effort de cisaillement régulier est progressivement appliqué au corps du connecteur.

4.5.3.3 *Matériel*

L'appareillage comprend:

- un générateur de couple capable d'appliquer progressivement l'effort spécifié à la vitesse requise;
- une plaque métallique rigide pour fixer solidement le spécimen.

4.5.3.4 *Procédure*

- a) Monter le spécimen de façon rigide sur la plaque métallique.
- b) Appliquer progressivement la charge au point, à la vitesse d'application et à la (aux) direction(s) spécifiés.
- c) Maintenir la charge pendant 10 s au minimum.

4.5.3.5 *Sévérité*

La sévérité comprend la valeur de la charge. La sévérité doit être donnée par la spécification en vigueur.

4.5.2.6 *Details to be specified*

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

- magnitude and direction of the load(s);
- rate(s) of application of the load(s);
- point of application of the load(s);
- specimen optically functioning or non-functioning;
- preconditioning procedure;
- recovery procedure;
- initial measurements and performance requirements;
- measurements during test and performance requirements;
- final measurements and performance requirements;
- deviations.

4.5.3 *Static load*

4.5.3.1 *Purpose*

The purpose of this procedure is to ensure that a panel-mounted connector set will withstand shearing forces likely to be applied during normal service.

4.5.3.2 *General description*

The specimen is mounted to a metal plate simulating the normal method of mounting. A steady shearing force is applied smoothly to the connector body.

4.5.3.3 *Apparatus*

The apparatus consists of:

- a force generator capable of smoothly applying the specified force at the specified rate;
- a rigid metal plate to mount the specimen securely.

4.5.3.4 *Procedure*

- a) Securely mount the specimen on the metal plate.
- b) Smoothly apply the load to the specified point, rate of application and direction (s).
- c) Maintain the load for 10 s minimum.

4.5.3.5 *Severity*

The severity consists of load magnitude. The severity shall be given in the relevant specification.

4.5.3.6 *Détails à préciser*

Les détails suivants doivent, le cas échéant, être spécifiés par la spécification en vigueur:

- valeur et vitesse d'application de la charge;
- point d'application et direction de la charge;
- spécimen optiquement actif ou passif;
- procédure de préconditionnement;
- procédure de reprise;
- mesures initiales et exigences fonctionnelles;
- mesures en cours d'essai et exigences fonctionnelles;
- mesures finales et exigences fonctionnelles;
- écarts.

4.5.4 *Efforts de traction sur le câble*

4.5.4.1 *But*

Le but de cette procédure est de vérifier que la rétention ou la fixation du câble au spécimen résistera aux efforts de traction susceptibles d'être appliqués dans des conditions normales de fonctionnement.

4.5.4.2 *Description générale*

Le spécimen est solidement maintenu et un effort de traction est appliqué au câble.

4.5.4.3 *Matériel*

L'appareillage comprend:

- un générateur de couple capable d'appliquer progressivement l'effort de traction à la vitesse spécifiée;
- un dispositif approprié de rétention du câble;
- un dispositif fixe de rétention du connecteur.

4.5.4.4 *Procédure*

- a) Fixer solidement le connecteur au dispositif fixe de maintien.
- b) Fixer le câble au point d'application prescrit par la spécification en vigueur.
- c) Appliquer progressivement l'effort de traction au câble.
- d) Maintenir la charge pendant 10 s au minimum.

4.5.4.5 *Sévérité*

La sévérité comprend la valeur de l'effort de traction. La sévérité doit être donnée par la spécification en vigueur.

4.5.4.6 *Détails à préciser*

Les détails suivants doivent, le cas échéant, être spécifiés par la spécification en vigueur:

4.5.3.6 *Details to be specified*

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

- magnitude and rate of application of the load;
- point of application and direction of the load;
- specimen optically functioning or non-functioning;
- pre-conditioning procedure;
- recovery procedure;
- initial measurements and performance requirements;
- measurements during test and performance requirements;
- final measurements and performance requirements;
- deviations.

4.5.4 *Cable pulling*

4.5.4.1 *Purpose*

The purpose of this procedure is to ensure that the captivation or attachment of the cable to the specimen will withstand tensile loads likely to be applied during normal service.

4.5.4.2 *General description*

The specimen is rigidly clamped and a tensile load is applied to the cable.

4.5.4.3 *Apparatus*

The apparatus consists of:

- a force generator capable of smoothly applying the tensile load at the specified rate;
- a suitable clamping device for the cable;
- a fixed clamping device for the connector.

4.5.4.4 *Procedure*

- a) Securely fix the connector to the fixed clamping device.
- b) Clamp the cable at the point of application specified in the relevant specification.
- c) Smoothly apply the tensile load to the cable.
- d) Maintain the load for 10 s minimum.

4.5.4.5 *Severity*

The severity consists of the magnitude of the tensile load. The severity shall be given in the relevant specification.

4.5.4.6 *Details to be specified*

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

- valeur et vitesse d'application de l'effort de traction;
- point d'application de l'effort de traction;
- spécimen optiquement actif ou passif;
- procédure de préconditionnement;
- procédure de reprise;
- mesures initiales et exigences fonctionnelles;
- mesures en cours d'essai et exigences fonctionnelles;
- mesures finales et exigences fonctionnelles;
- écarts.

4.5.5 *Efforts de torsion sur le câble*

4.5.5.1 *But*

Le but de cette procédure est de vérifier que la rétention ou la fixation du câble au spécimen résistera aux efforts de torsion susceptibles d'être appliqués dans des conditions normales de fonctionnement.

4.5.5.2 *Description générale*

Le spécimen est fixé de manière rigide et un effort de traction est appliqué au câble.

4.5.5.3 *Matériel*

L'appareillage comprend:

- un générateur de couple capable d'appliquer progressivement l'effort de traction à la vitesse spécifiée;
- un dispositif approprié de rétention du câble;
- un dispositif fixe de maintien du connecteur.

4.5.5.4 *Procédure*

- a) Fixer solidement le connecteur au dispositif fixe de maintien.
- b) Fixer le câble au point d'application spécifié par la spécification en vigueur.
- c) Appliquer progressivement l'effort de torsion au câble.
- d) Maintenir la charge pendant 10 s au minimum.

4.5.5.5 *Sévérité*

La sévérité comprend la valeur de la charge de torsion. La sévérité doit être donnée par la spécification en vigueur.

4.5.5.6 *Détails à préciser*

Les détails suivants doivent, le cas échéant, être spécifiés par la spécification en vigueur:

- valeur et vitesse d'application de l'effort de torsion;
- point d'application de la charge de torsion;

- magnitude and rate of application of the tensile load;
- point of application of the tensile load;
- specimen optically functioning or non-functioning;
- pre-conditioning procedure;
- recovery procedure;
- initial measurements and performance requirements;
- measurements during test and performance requirements;
- final measurements and performance requirements;
- deviations.

4.5.5 *Cable torsion*

4.5.5.1 *Purpose*

The purpose of this procedure is to ensure that the captivation or attachment of the cable to the specimen will withstand torsion loads likely to be applied during normal service.

4.5.5.2 *General description*

The specimen is rigidly clamped and a torsion load is applied to the cable.

4.5.5.3 *Apparatus*

The apparatus consists of:

- a torque generator capable of smoothly applying the torsion load at the specified rate;
- a suitable clamping device for the cable;
- a fixed clamping device for the connector.

4.5.5.4 *Procedure*

- a) Securely fix the connector to the fixed clamping device.
- b) Clamp the cable at the point of application specified in the relevant specification.
- c) Smoothly apply the torsion load to the cable.
- d) Maintain the load for 10 s minimum.

4.5.5.5 *Severity*

The severity consists of the magnitude of the torsion load. The severity shall be given in the relevant specification.

4.5.5.6 *Details to be specified*

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

- magnitude and rate of application of the torsion load;
- point of application of the torsion load;

- spécimen optiquement actif ou passif;
- procédure de préconditionnement;
- procédure de reprise;
- mesures initiales et exigences fonctionnelles;
- mesures en cours d'essai et exigences fonctionnelles;
- mesures finales et exigences fonctionnelles;
- écarts.

4.5.6 *Robustesse du mécanisme de verrouillage*

4.5.6.1 *But*

Le but de cette procédure est de vérifier que le mécanisme de verrouillage d'un jeu de connecteurs résistera aux charges axiales susceptibles d'être appliquées dans des conditions normales de fonctionnement.

4.5.6.2 *Description générale*

Une force de traction est appliquée progressivement à un jeu de connecteurs accouplés dans une direction de manière à séparer les composants.

4.5.6.3 *Matériel*

L'appareillage comprend:

- un générateur de couple capable d'appliquer progressivement la force spécifiée à la vitesse requise;
- des dispositifs de fixation, suivant les besoins;
- une clé dynamométrique à déclenchement (connecteurs à verrouillage à vis uniquement).

4.5.6.4 *Procédure*

- a) Accoupler correctement le jeu de connecteurs.
- b) Serrer le mécanisme de verrouillage au couple de verrouillage normal (connecteurs à verrouillage à vis uniquement).
- c) Fixer solidement le demi-connecteur.
- d) Fixer l'autre demi-connecteur au générateur de couple.
- e) Appliquer progressivement la force de torsion aux valeurs spécifiées.
- f) Maintenir la charge pendant 10 s au minimum.

4.5.6.5 *Sévérité*

La sévérité comprend la valeur de la force de torsion. La sévérité doit être donnée par la spécification en vigueur.

4.5.6.6 *Détails à spécifier*

Les détails suivants doivent, le cas échéant, être spécifiés par la spécification en vigueur:

- specimen optically functioning or non-functioning;
- pre-conditioning procedure;
- recovery procedure;
- initial measurements and performance requirements;
- measurements during test and performance requirements;
- final measurements and performance requirements;
- deviations.

4.5.6 *Strength of coupling mechanism*

4.5.6.1 *Purpose*

The purpose of this procedure is to ensure that the coupling mechanism of a connector set will withstand axial loads likely to be applied during normal service.

4.5.6.2 *General description*

A tensile load is smoothly applied to a mated connector set in a direction to separate the components.

4.5.6.3 *Apparatus*

The apparatus consists of:

- a force generator capable of smoothly applying the specified force at the specified rate;
- clamping devices as required;
- a torque wrench (screw coupling connectors only).

4.5.6.4 *Procedure*

- a) Properly mate the connector set.
- b) Tighten the coupling mechanism to the normal coupling torque (screw coupling mechanism only).
- c) Securely clamp one connector half.
- d) Clamp the opposite connector half to the force generator.
- e) Smoothly apply the tensile force at the specified values.
- f) Maintain the load for 10 s minimum.

4.5.6.5 *Severity*

The severity consists of the magnitude of the tensile load. The severity shall be given in the relevant specification.

4.5.6.6 *Details to be specified*

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

- valeur et vitesse d'application de la force de torsion;
- couple de serrage (connecteurs à verrouillage à vis uniquement);
- point d'application de la force de torsion;
- spécimen optiquement actif ou passif;
- procédure de préconditionnement;
- procédure de reprise;
- mesures initiales et exigences fonctionnelles;
- mesures en cours d'essai et exigences fonctionnelles;
- mesures finales et exigences fonctionnelles;
- écarts.

4.5.7 *Moment de flexion*

4.5.7.1 *But*

Le but de cette procédure est de vérifier que le mécanisme de verrouillage d'un jeu de connecteurs résistera au moment de flexion susceptible d'être appliqué dans des conditions normales de fonctionnement.

4.5.7.2 *Description générale*

Un moment de flexion est appliqué progressivement à un jeu de connecteurs accouplés de manière à fléchir son axe longitudinal.

4.5.7.3 *Matériel*

L'appareillage comprend:

- un générateur de couple capable d'appliquer progressivement la force spécifiée à la vitesse requise;
- un dispositif de fixation;
- une clé dynamométrique à déclenchement.

4.5.7.4 *Procédure*

- a) Accoupler correctement le jeu de connecteurs.
- b) Fixer solidement l'un des demi-connecteurs.
- c) Appliquer progressivement une force sur l'autre demi-connecteur, au point d'application et aux valeurs spécifiées par la spécification en vigueur.
- d) Maintenir la force pendant 10 s au minimum.

4.5.7.5 *Sévérité*

La sévérité comprend la valeur de la force et du point d'application de la force par rapport au point de serrage. La sévérité sera donnée par la spécification en vigueur.

4.5.7.6 *Détails à préciser*

Les détails suivants doivent, le cas échéant, être spécifiés par la spécification en vigueur:

- magnitude and rate of application of tensile load;
- coupling torque (screw coupled connectors only);
- point of application of the tensile load;
- specimen optically functioning or non-functioning;
- pre-conditioning procedure;
- recovery procedure;
- initial measurements and performance requirements;
- measurements during test and performance requirements;
- final measurements and performance requirements;
- deviations.

4.5.7 *Bending moment*

4.5.7.1 *Purpose*

The purpose of this procedure is to ensure that the coupling mechanism of a connector set will withstand a bending moment likely to be applied during normal service.

4.5.7.2 *General description*

A bending moment is smoothly applied to a mated connector set so as to bend its longitudinal axis.

4.5.7.3 *Apparatus*

The apparatus consists of:

- a force generator capable of smoothly applying the specified force at the specified rate;
- a clamping device;
- a torque wrench.

4.5.7.4 *Procedure*

- a) Properly mate the connector set.
- b) Securely clamp one connector half.
- c) Smoothly apply a force to the opposite connector half at the point of application and at the values specified in the relevant specification.
- d) Maintain the force for 10 s minimum.

4.5.7.5 *Severity*

The severity consists of the combination of the magnitude of force and the point of application of the force relative to the clamping point. The severity shall be given in the relevant specification.

4.5.7.6 *Details to be specified*

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

- valeur et vitesse d'application de la force;
- direction(s) et point d'application de la force (distance spécifiée à partir du point de serrage);
- spécimen optiquement actif ou passif;
- procédure de préconditionnement;
- procédure de reprise;
- mesures initiales et exigences fonctionnelles;
- Mesures en cours d'essai et exigences fonctionnelles;
- mesures finales et exigences fonctionnelles;
- écarts.

4.5.8 *Secousses*

Cette procédure est appliquée conformément à la CEI 68-2-29 (essai Eb).

4.5.8.1 *But*

Le but de cette procédure est de mettre en évidence les dommages ou dégradations causés aux spécimens lorsqu'ils sont soumis à des secousses répétées. Cette procédure peut également être employée pour évaluer leur intégrité structurale. Le but de cette procédure est de produire, sur le spécimen, des effets semblables à ceux résultant des secousses répétées susceptibles d'être rencontrées dans des conditions normales de fonctionnement.

4.5.8.2 *Description générale*

Le spécimen est fixé à la table d'un simulateur de secousses et soumis à des impulsions semi-sinusoïdales répétées.

4.5.8.3 *Matériel*

L'appareillage comprend:

- un simulateur de secousses conforme aux prescriptions de l'essai Eb de la CEI 68-2-29;
- un dispositif de fixation conforme aux prescriptions de l'essai Eb de la CEI 68-2-29.

4.5.8.4 *Procédure*

Appliquer la procédure conformément à l'essai Eb de la CEI 68-2-29.

4.5.8.5 *Sévérité*

La sévérité comprend l'accélération de crête, la durée et le nombre de secousses. La sévérité sera indiquée dans la spécification en vigueur.

Les sévérités d'essais préférentielles suivantes sont des sévérités facultatives pouvant être spécifiées pour cette procédure.

- magnitude and rate of application of the force;
- direction(s) and point of application of the force (distance specified from the clamping point);
- specimen optically functioning or non-functioning;
- pre-conditioning procedure;
- recovery procedure;
- initial measurements and performance requirements;
- measurements during test and performance requirements;
- final measurements and performance requirements;
- deviations.

4.5.8 *Bump*

This procedure is conducted in accordance with IEC 68-2-29 (test Eb).

4.5.8.1 *Purpose*

The purpose of this procedure is to reveal the accumulated damage or degradation in specimens for applications in which they will be subjected to repetitive shocks. It may also be used to assess their structural integrity. It is intended as a means of producing, in the specimen, effects similar to those resulting from repetitive shocks likely to be encountered by connector sets in service.

4.5.8.2 *General description*

The specimen is fastened to the table of a bump tester and is subjected to repeated half-sine pulses.

4.5.8.3 *Apparatus*

The apparatus consists of:

- a bump tester in accordance with test Eb of IEC 68-2-29;
- a fixing means in accordance with test Eb of IEC 68-2-29.

4.5.8.4 *Procedure*

Conduct the procedure in accordance with test Eb of IEC 68-2-29.

4.5.8.5 *Severity*

The severity consists of the combination of peak acceleration, duration and number of bumps. The severity shall be specified in the relevant specification.

The following preferred test severities apply as non-mandatory severities which may be specified for this procedure.

Nombre de secousses	4 000 ± 10
Accélération de crête	390 m/s ² (40 g)
Durée d'impulsion	6 ms

4.5.8.6 Détails à préciser

Les détails suivants doivent, le cas échéant, être spécifiés par la spécification en vigueur:

- méthode de montage;
- nombre de secousses;
- accélération de crête;
- durée d'impulsion;
- spécimen optiquement actif ou passif;
- procédure de préconditionnement;
- procédure de reprise;
- mesures initiales et exigences fonctionnelles;
- mesures en cours d'essai et exigences fonctionnelles;
- mesures finales et exigences fonctionnelles;
- écarts.

4.5.9 Choc

Cette procédure est appliquée conformément à la CEI 68-2-27 (essai Ea).

4.5.9.1 But

Le but de cette procédure est de mettre en évidence les défaillances mécaniques et/ou les dégradations des spécimens lorsqu'ils sont soumis à des chocs numériques non répétitifs. Cette procédure consiste à simuler les chocs peu fréquents non répétitifs susceptibles d'être rencontrés dans des conditions normales de fonctionnement ou au cours du transport.

4.5.9.2 Description générale

Le spécimen est fixé à la table d'un simulateur de chocs et soumis à des signaux de choc semi-sinusoïdaux.

4.5.9.3 Matériel

L'appareillage comprend:

- un simulateur de chocs conforme aux prescriptions de l'essai Ea de la CEI 68-2-27;
- un dispositif de fixation conforme aux prescriptions de l'essai Ea de la CEI 68-2-27..

4.5.9.4 Procédure

Appliquer la procédure conformément à l'essai Ea de la CEI 68-2-27. La forme d'onde doit être semi-sinusoïdale.

Number of bumps	4 000 ± 10
Peak acceleration	390 m/s ² (40 g)
Pulse duration	6 ms

4.5.8.6 Details to be specified

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

- method of mounting;
- number of bumps;
- peak acceleration;
- pulse duration;
- specimen optically functioning or non-functioning;
- pre-conditioning procedure;
- recovery procedure;
- initial measurements and performance requirements;
- measurements during test and performance requirements;
- final measurements and performance requirements;
- deviations.

4.5.9 Shock

This procedure is conducted in accordance with IEC 68-2-27 (test Ea).

4.5.9.1 Purpose

The purpose of this procedure is to reveal mechanical weakness and/or degradation of specimens when subjected to non-repetitive mechanical shocks. It simulates infrequent non-repetitive shocks likely to be encountered in normal service or during transportation.

4.5.9.2 General description

The specimen is fastened to the table of a shock testing machine and is subjected to half-sine shock pulses.

4.5.9.3 Apparatus

The apparatus consists of:

- a shock tester in accordance with test Ea of IEC 68-2-27;
- a fixing means in accordance with test Ea of IEC 68-2-27.

4.5.9.4 Procedure

Conduct the procedure in accordance with test Ea of IEC 68-2-27. The pulse shape shall be half-sine.

4.5.9.5 Sévérité

La sévérité comprend l'accélération de crête et le nombre de chocs. La sévérité doit être indiquée dans la spécification en vigueur.

Les sévérités préférentielles suivantes sont des sévérités facultatives pouvant être spécifiées pour cette procédure.

Accélération de crête	
294 m/s ²	(durée d'impulsion 18 ms)
490 m/s ²	(durée d'impulsion 11 ms)
981 m/s ²	(durée d'impulsion 6 ms)
4 900 m/s ²	(durée d'impulsion 1 ms)

Nombre de chocs
1
5
10

4.5.9.6 Détails à préciser

Les détails suivants doivent, le cas échéant, être spécifiés par la spécification en vigueur:

- accélération de crête;
- nombre de chocs;
- spécimen optiquement actif ou passif;
- procédure de préconditionnement;
- procédure de reprise;
- mesures initiales et exigences fonctionnelles;
- mesures en cours d'essai et exigences fonctionnelles;
- mesures finales et exigences fonctionnelles;
- écarts.

4.5.10 Résistance à la compression

4.5.10.1 But

Le but de cette procédure est d'évaluer les effets des charges susceptibles de se produire quand les jeux de connecteurs sont exposés à des situations critiques telles que piétinement, écrasement par des pneus de véhicules, etc.

4.5.10.2 Description générale

Le spécimen est exposé à une charge de compression appliquée par un patin.

4.5.10.3 Matériel

L'appareillage comprend:

- un plateau ou récipient peu profond, de dimensions nominales 300 mm x 300 mm, capable de contenir une dalle représentative du sol ou du plancher;
- un patin en matériau rigide ou souple, de dimensions nominales 100 mm x 100 mm et de 12 mm d'épaisseur, collé à une plaque résistante;
- un générateur de couple.

4.5.9.5 Severity

The severity consists of the combination of peak acceleration and number of shocks. The severity shall be specified in the relevant specification.

The following preferred severities apply as non-mandatory severities which may be specified for this procedure.

Peak acceleration	
294 m/s ²	(18 ms pulse duration)
490 m/s ²	(11 ms pulse duration)
981 m/s ²	(6 ms pulse duration)
4 900 m/s ²	(1 ms pulse duration)

Number of shocks
1
5
10

4.5.9.6 Details to be specified

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

- peak acceleration;
- number of shocks;
- specimen optically functioning or non-functioning;
- pre-conditioning procedure;
- recovery procedure;
- initial measurements and performance requirements;
- measurements during test and performance requirements;
- final measurements and performance requirements;
- deviations.

4.5.10 Crush resistance

4.5.10.1 Purpose

The purpose of this procedure is to evaluate the effect of loads which may occur when connector sets are exposed to critical situations such as being stepped on, being run over by vehicle tyres, etc.

4.5.10.2 General description

The specimen is exposed to a compressive load which is applied by a pad.

4.5.10.3 Apparatus

The apparatus consists of:

- a shallow box or tray, nominally 300 mm x 300 mm, capable of housing a section of a representative ground or floor surface;
- a pad of resilient or rigid material, nominally 100 mm x 100 mm x 12 mm thick, bonded to a non-yielding plate;
- a force generator.

4.5.10.4 Procédure

- a) Placer le spécimen au-dessus du centre de la surface d'essai contenue dans le récipient peu profond.
- b) Appliquer progressivement la charge spécifiée.
- c) Maintenir la charge pendant la durée prescrite.

4.5.10.5 Sévérité

La sévérité comprend la charge et la durée d'application. La sévérité doit être indiquée dans la spécification en vigueur.

Les sévérités préférentielles suivantes sont des sévérités facultatives pouvant être spécifiées pour cette procédure.

Charge N	Durée s
500	1
1 000	5
2 000	10
5 000	60

4.5.10.6 Détails à préciser

Les détails suivants doivent, le cas échéant, être spécifiés par la spécification en vigueur:

- dalle représentative du sol ou du plancher;
- matériau du patin;
- charge;
- durée d'application de la charge;
- orientation du spécimen;
- spécimen optiquement actif ou passif;
- procédure de préconditionnement;
- procédure de reprise;
- mesures initiales et exigences fonctionnelles;
- mesures en cours d'essai et exigences fonctionnelles;
- mesures finales et exigences fonctionnelles;
- écarts.

4.5.11 Compression axiale

4.5.11.1 But

Le but de cette procédure est de vérifier que la rétention ou la fixation du câble au spécimen résistera aux charges de compression susceptibles d'être appliquées dans des conditions normales de fonctionnement.

4.5.10.4 Procedure

- a) Place the specimen centrally on the test surface contained in the shallow box.
- b) Smoothly apply the specified load.
- c) Maintain the load for the specified duration.

4.5.10.5 Severity

The severity consists of the combination of the load and the duration. The severity shall be specified in the relevant specification.

The following preferred severities are non-mandatory severities which may be specified for this procedure.

Load N
500
1 000
2 000
5 000

Duration s
1
5
10
60

4.5.10.6 Details to be specified

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

- representative ground or floor surface;
- pad material;
- load;
- duration of load;
- specimen orientation;
- specimen optically functioning or non-functioning;
- pre-conditioning procedure;
- recovery procedure;
- initial measurements and performance requirements;
- measurements during test and performance requirements;
- final measurements and performance requirements;
- deviations.

4.5.11 Axial compression

4.5.11.1 Purpose

The purpose of this procedure is to ensure that the captivation or the attachment of the cable to the specimen will withstand compressive loads likely to be applied during normal service.

4.5.11.2 Description générale

Le spécimen est fixé de manière rigide et une charge axiale de compression est appliquée au câble.

4.5.11.3 Matériel

L'appareillage comprend:

- un générateur de forces capable d'appliquer progressivement la force de compression à la vitesse spécifiée;
- un dispositif de rétention approprié pour le câble;
- un dispositif fixe de rétention pour le connecteur.

4.5.11.4 Procédure

- a) Fixer solidement le jeu de connecteurs au dispositif de rétention.
- b) Fixer le câble au point d'application spécifié.
- c) Appliquer progressivement la charge axiale de compression au câble.
- d) Maintenir la charge pendant 2 min au minimum.

4.5.11.5 Sévérité

La sévérité comprend la valeur de la force axiale de compression. La sévérité doit être indiquée dans la spécification en vigueur.

Les sévérités préférentielles suivantes sont des sévérités facultatives pouvant être spécifiées pour cette procédure.

Charge N
10
20
50
100
200

4.5.11.6 Détails à préciser

Les détails suivants doivent, le cas échéant, être spécifiés par la spécification en vigueur:

- valeur de la charge;
- point d'application de la charge;
- vitesse d'application de la charge;
- spécimen optiquement actif ou passif;
- procédure de préconditionnement;
- procédure de reprise;
- mesures initiales et exigences fonctionnelles;
- mesures en cours d'essai et exigences fonctionnelles;
- mesures finales et exigences fonctionnelles;
- écarts.

4.5.11.2 General description

The specimen is rigidly clamped and an axial compressive load is applied to the cable.

4.5.11.3 Apparatus

The apparatus consists of:

- a force generator capable of smoothly applying the compressive force at the specified rate;
- a suitable clamping device for the cable;
- a fixed clamping device for the connector.

4.5.11.4 Procedure

- a) Securely fix the connector set to the fixed clamping device.
- b) Clamp the cable at the specified point of application.
- c) Smoothly apply the axial compressive load to the cable.
- d) Maintain the load for 2 min minimum.

4.5.11.5 Severity

The severity consists of the magnitude of the axial compressive force. The severity shall be specified in the relevant specification.

The following preferred severities are non-mandatory severities which may be specified for this procedure.

Load N
10
20
50
100
200

4.5.11.6 Details to be specified

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

- the magnitude of the load;
- point of application of the load;
- rate of load application;
- specimen optically functioning or non-functioning;
- pre-conditioning procedure;
- recovery procedure;
- initial measurements and performance requirements;
- measurements during test and performance requirements;
- final measurements and performance requirements;
- deviations.

4.5.12 Impact

4.5.12.1 But

Le but de cette procédure est d'évaluer l'aptitude de jeux de connecteurs (couplés ou non, avec ou sans capuchons de protection) à résister à un impact localisé ou une série d'impacts d'objets durs.

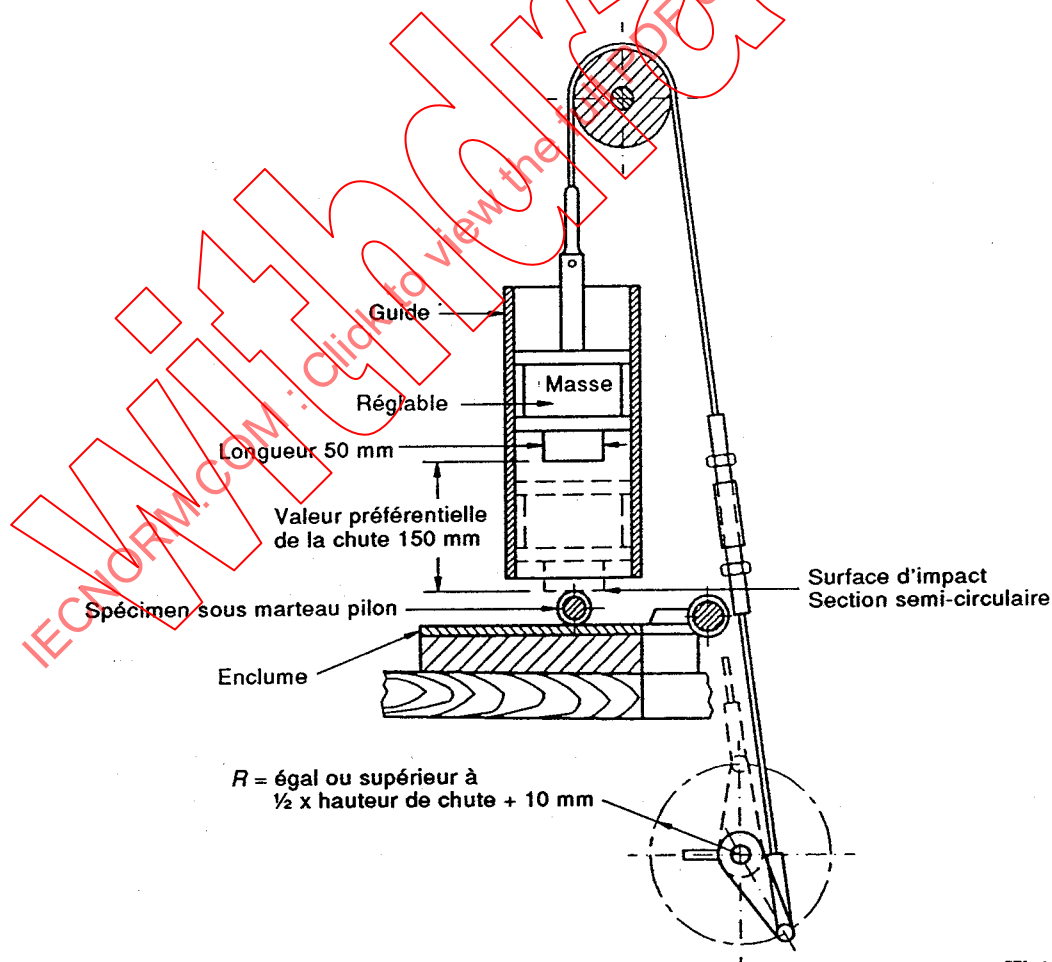
4.5.12.2 Description générale

On laisse tomber un marteau à face semi-circulaire sur le spécimen placé sur une enclume.

4.5.12.3 Matériel

L'appareil comprend:

- une enclume de la dureté spécifiée;
- un marteau pilon de masse réglable avec une face semi-circulaire de dureté Rockwell Rb 90;
- un dispositif de manoeuvre du marteau. (Un exemple est montré figure 46. Il comprend une manivelle reliée au marteau par une corde et une poulie).



CEI 143/93

Figure 46

4.5.12 Impact

4.5.12.1 Purpose

The purpose of this procedure is to evaluate the ability of connector sets (mated or unmated, with or without protective caps) to withstand a localized impact or a series of impacts with hard objects.

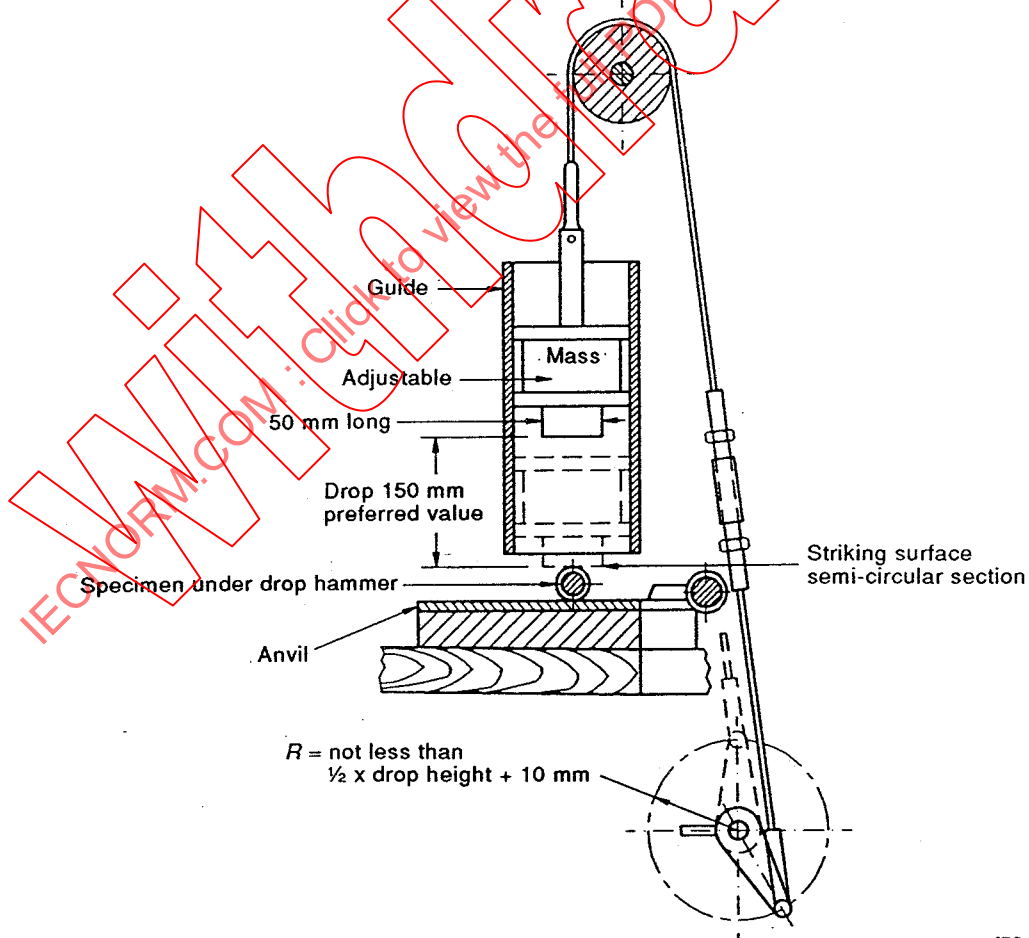
4.5.12.2 General description

A hammer with a semi-cylindrical face is dropped on the specimen which is placed on an anvil.

4.5.12.3 Apparatus

The apparatus consists of:

- an anvil of specified hardness;
- a drop hammer of adjustable mass with a semi-cylindrical face of Rockwell Rb 90 hardness;
- an apparatus to raise and drop the hammer. (An example is shown in figure 46. It consists of a driven crank coupled to the hammer by means of a cord and pulley.)



IEC 143/93

Figure 46

4.5.12.4 Procédure

- a) Placer le spécimen sur l'enclume dans la position et l'orientation spécifiées.
- b) Régler le marteau pilon à la valeur spécifiée.
- c) Manoeuvrer le marteau à 150 mm au-dessus de l'enclume.

4.5.12.5 Sévérité

La sévérité comprend le rayon de la face du marteau, la masse du marteau et le nombre d'impacts. La sévérité doit être indiquée dans la spécification en vigueur.

Les sévérités préférentielles suivantes sont des sévérités facultatives pouvant être spécifiées pour cette procédure.

Rayon du marteau mm	Masse du marteau g	Nombre d'impacts
5	100	1
10	250	5
20	500	10
	1 000	

4.5.12.6 Détails à préciser

Les détails suivants doivent, le cas échéant, être spécifiés dans la spécification en vigueur:

- rayon de la face du marteau;
- masse du marteau;
- nombre d'impacts;
- point d'impact sur le spécimen;
- orientation du spécimen;
- spécimen optiquement actif ou passif;
- procédure de préconditionnement;
- procédure de reprise;
- mesures initiales et exigences fonctionnelles;
- mesures en cours d'essai et exigences fonctionnelles;
- mesures finales et exigences fonctionnelles;
- écarts.

4.5.13 Accélération

Cette procédure est appliquée conformément à la CEI 68-2-7 (essai Ga).

4.5.13.1 But

Le but de cette procédure est d'évaluer les effets d'accélération constante sur des spécimens, aux valeurs pouvant être rencontrées en cours d'utilisation.

4.5.12.4 Procedure

- a) Place the specimen on the anvil in the specified position and orientation.
- b) Adjust the hammer mass to the specified value.
- c) Raise and drop the hammer from 150 mm above the anvil.

4.5.12.5 Severity

The severity consists of the combination of the radius of the hammer face, the mass of the hammer and the number of impacts. The severity shall be specified in the relevant specification.

The following preferred severities are non-mandatory severities which may be specified for this procedure.

Hammer radius mm
5
10
20

Hammer mass g
100
250
500
1 000

Number of impacts
1
5
10

4.5.12.6 Details to be specified

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

- hammer face radius;
- hammer mass;
- number of impacts;
- point of impact on the specimen;
- orientation of the specimen;
- specimen optically functioning or non-functioning;
- pre-conditioning procedure;
- recovery procedure;
- initial measurements and performance requirements;
- measurements during test and performance requirements;
- final measurements and performance requirements;
- deviations.

4.5.13 Acceleration

This procedure is conducted in accordance with IEC 68-2-7 (test Ga).

4.5.13.1 Purpose

The purpose of this procedure is to evaluate the effects of steady-state acceleration on specimens at the magnitudes that may be encountered during usage.

4.5.13.2 Description générale

Le spécimen est monté sur une centrifugeuse et soumis à la valeur d'accélération de crête spécifiée dans deux des trois directions mutuellement perpendiculaires, dont l'une est parallèle à l'axe optique.

4.5.13.3 Matériel

L'appareillage comprend:

- une centrifugeuse conforme aux prescriptions de l'essai Ga de la CEI 68-2-7;
- un dispositif de fixation approprié conforme aux prescriptions de l'essai Ga de la CEI 68-2-7.

4.5.13.4 Procédure

Appliquer la procédure conformément à l'essai Ga de la CEI 68-2-7.

4.5.13.5 Sévérité

La sévérité comprend le niveau d'accélération. La sévérité doit être indiquée dans la spécification en vigueur.

Les sévérités préférentielles suivantes sont des sévérités facultatives pouvant être spécifiées pour cette procédure.

Niveau d'accélération m/s ²	
50	10 000
100	20 000
200	50 000
500	100 000
1 000	200 000
2 000	300 000
5 000	

4.5.13.6 Détails à préciser

Les détails suivants doivent, le cas échéant, être spécifiés par la spécification en vigueur:

- méthode de montage;
- supports et ancrage des câbles;
- niveau d'accélération;
- durée d'accélération;
- axe et direction d'accélération;
- spécimen optiquement actif ou passif;
- procédure de préconditionnement;
- procédure de reprise;
- mesures initiales et exigences fonctionnelles;

4.5.13.2 General description

The specimen is mounted on a centrifuge and subjected to a specified value of peak acceleration in two directions out of three mutually perpendicular directions, one of which is parallel to the optical axis.

4.5.13.3 Apparatus

The apparatus consists of:

- a centrifuge in accordance with test Ga of IEC 68-2-7;
- a suitable mounting fixture in accordance with test Ga of IEC 68-2-7.

4.5.13.4 Procedure

Conduct the procedure in accordance with test Ga of IEC 68-2-7.

4.5.13.5 Severity

The severity consists of the acceleration level. The severity shall be specified in the relevant specification.

The following preferred severities are non-mandatory severities which may be specified for this procedure.

Acceleration level m/s ²	
50	10 000
100	20 000
200	50 000
500	100 000
1 000	200 000
2 000	300 000
5 000	

4.5.13.6 Details to be specified

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

- mounting method;
- cable supports and anchorage;
- acceleration level;
- acceleration duration;
- axis and direction of acceleration;
- specimen optically functioning or non-functioning;
- pre-conditioning procedure;
- recovery procedure;
- initial measurements and performance requirements;

- mesures en cours d'essai et exigences fonctionnelles;
- mesures finales et exigences fonctionnelles;
- écarts.

4.5.14 Chute

4.5.14.1 But

Le but de cette procédure est d'évaluer l'aptitude d'un spécimen à supporter les impacts qu'il pourrait rencontrer en cours d'utilisation.

4.5.14.2 Description générale

Un spécimen est attaché avec une longueur de câble de façon à pouvoir se balancer librement selon un mouvement pendulaire et à heurter une surface d'impact.

4.5.14.3 Matériel

L'appareillage comprend:

- un dispositif approprié de rétention de câble;
- une surface d'impact.

Dispositif de rétention de câble

Ce dispositif doit pouvoir être monté sur toute surface verticale rigide adéquate. Un manchon doit être fourni pour attacher le câble au dispositif de façon qu'il puisse se balancer librement d'une position horizontale à une position verticale.

Surface d'impact

La surface d'impact doit être une plaque d'acier de dimensions 300 mm x 500 mm et d'une épaisseur de 25 mm.

4.5.14.4 Procédure

- a) Le dispositif d'essai est montré figure 47.

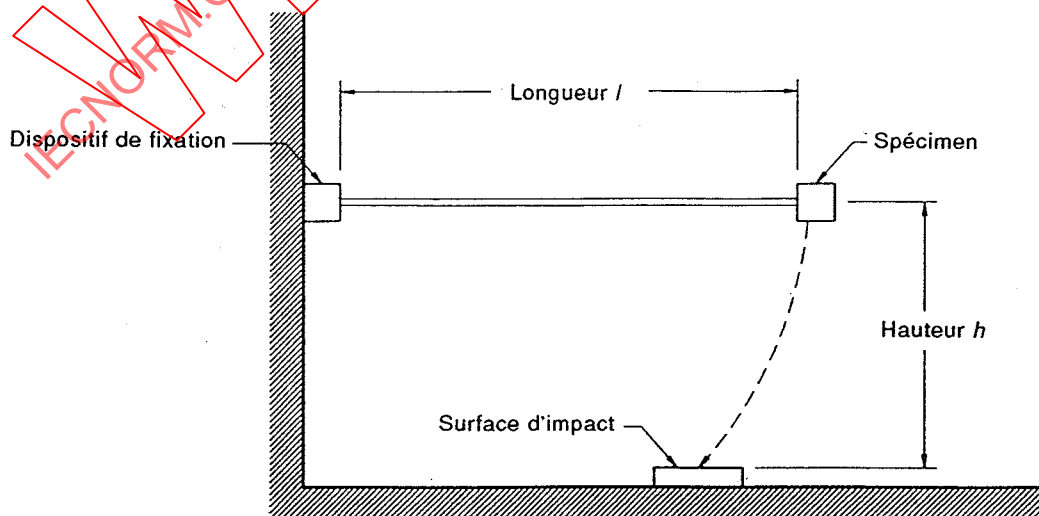


Figure 47

- measurements during test and performance requirements;
- final measurements and performance requirements;
- deviations.

4.5.14 Drop

4.5.14.1 Purpose

The purpose of this procedure is to evaluate the ability of a specimen to withstand impacts likely to be encountered during usage.

4.5.14.2 General description

A specimen with an attached length of cable is freely swung in a pendular motion and allowed to strike an impact surface.

4.5.14.3 Apparatus

The apparatus consists of:

- a suitable cable clamping fixture;
- an impact surface.

Cable clamping fixture

The fixture shall be capable of being mounted to any convenient rigid vertical structure. A swivel shall be provided for attaching the cable to the fixture in such a manner as to allow it to swing freely from a horizontal to a vertical position.

Impact surface

The impact surface shall be a steel plate at least 300 mm x 500 mm x 25 mm thick.

4.5.14.4 Procedure

- a) The test set-up is shown in figure 47.

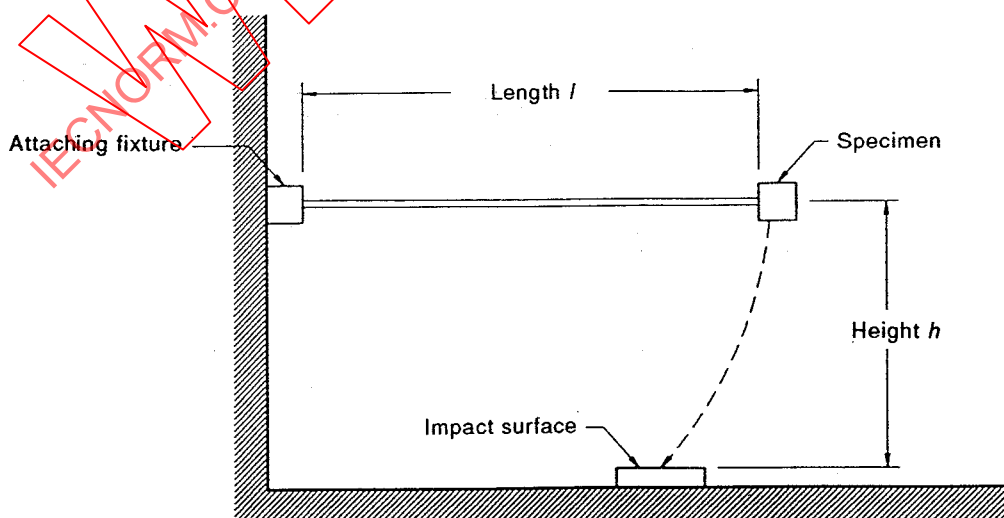


Figure 47

- b) Attacher le dispositif de fixation du câble à une hauteur (h) au-dessus de la surface d'impact. Cette hauteur doit être spécifiée par la spécification en vigueur.
- c) Attacher le câble au dispositif de fixation, à 2,25 m de l'arrière du connecteur de sorte que le spécimen puisse se balancer librement d'une position horizontale à une position verticale.
- d) Maintenir le spécimen dans la position horizontale comme indiqué et le laisser tomber sur la surface d'impact. Si la hauteur du spécimen est importante, elle doit être spécifiée par la spécification en vigueur.
- e) Répéter le cycle le nombre de fois spécifiées.

4.5.14.5 Sévérité

La sévérité comprend le nombre de chutes et la hauteur de chute.

Les sévérités préférentielles suivantes sont des sévérités facultatives pouvant être spécifiées pour cette procédure.

Nombre de chutes	Hauteur de chute mm
1	500
5	750
10	1 000
25	1 500
50	1 750
	2 000

4.5.14.6 Détails à préciser

Les détails suivants doivent, le cas échéant, être spécifiés par la spécification en vigueur:

- nombre de chutes;
- hauteur de chute;
- spécimen optiquement actif ou passif;
- procédure de préconditionnement;
- procédure de reprise;
- mesures initiales et exigences fonctionnelles;
- mesures en cours d'essai et exigences fonctionnelles;
- mesures finales et exigences fonctionnelles;
- écarts.

4.5.15 Couple de serrage

4.5.15.1 But

Le but de cette procédure est de déterminer un facteur de sécurité ou un niveau minimal de fiabilité pour les capacités de surcharge des mécanismes de verrouillage de type hélicoïdal. Cette procédure s'applique uniquement aux mécanismes de verrouillage par bague fileté ou à baïonnette.

- b) Attach the cable clamping fixture at a height (h) from the impact surface. The height (h) shall be specified in the relevant specification.
- c) Attach the cable to the attachment fixture at a distance of 2,25 m from the rear of the connector so that the specimen may swing freely from a horizontal to a vertical position.
- d) Hold the specimen in a horizontal position as shown and allow it to drop on to the impact surface. If the specimen height is important, it shall be specified in the relevant specification.
- e) Repeat the cycle the specified number of times.

4.5.14.5 Severity

The severity consists of the combination of the number of drops and the height of drop.

The following preferred severities are non-mandatory severities which may be specified for this procedure.

Number of drops	Drop height mm
1	500
5	750
10	1 000
25	1 500
50	1 750
	2 000

4.5.14.6 Details to be specified

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

- number of drops;
- drop height;
- specimen optically functioning or non-functioning;
- pre-conditioning procedure;
- recovery procedure;
- initial measurements and performance requirements;
- measurements during test and performance requirements;
- final measurements and performance requirements;
- deviations.

4.5.15 Coupling proof torque

4.5.15.1 Purpose

The purpose of this procedure is to establish a safety factor or minimum level of reliability for the overload torque capabilities of twist type coupling mechanisms. The procedure is applicable to threaded or bayonet twist type coupling mechanisms only.

4.5.15.2 Description générale

Cette procédure consiste à accoupler le spécimen de façon classique, puis à appliquer un couple de surcharge au mécanisme de verrouillage.

4.5.15.3 Matériel

L'appareillage comprend:

- des brides de fixation, des mâchoires de serrage ou tout autre moyen nécessaire pour maintenir le spécimen correctement aligné au cours de l'essai;
- un appareil de mesure des couples;
- un générateur de couple; le couple peut être appliqué manuellement.

4.5.15.4 Procédure

- a) Accoupler correctement le spécimen en accord avec les instructions du fabricant.
- b) Appliquer le couple de surcharge spécifié.
- c) Maintenir le couple pendant 15 s au minimum.

4.5.15.5 Sévérité

La sévérité comprend le couple de surcharge. La sévérité doit être indiquée dans la spécification en vigueur.

Les sévérités préférentielles suivantes sont des sévérités facultatives pouvant être appliquées pour cet essai.

Couple de surcharge N.m
0,4
0,6
0,8

4.5.15.6 Détails à préciser

Les détails suivants doivent, le cas échéant, être spécifiés par la spécification en vigueur:

- couple de surcharge;
- spécimen optiquement actif ou passif;
- procédure de préconditionnement;
- procédure de reprise;
- mesures initiales et exigences fonctionnelles;
- mesures en cours d'essai et exigences fonctionnelles;
- mesures finales et exigences fonctionnelles;
- écarts.

4.5.16 Moisissures

Cette procédure doit être effectuée conformément à la CEI 68-2-10 (essai J).

4.5.15.2 General description

This procedure consists of mating the specimen in the normal fashion and then applying an overload torque to the coupling mechanism.

4.5.15.3 Apparatus

The apparatus consists of:

- suitable clamps, jaws or other means to hold the specimen in proper alignment during the test;
- a torque measuring instrument;
- a torque generator; the torque may be applied manually.

4.5.15.4 Procedure

- a) Properly mate the specimen in accordance with the manufacturer's instructions.
- b) Apply the specified overload torque.
- c) Maintain the torque for 15 s minimum.

4.5.15.5 Severity

The severity consists of the overload torque. The severity shall be specified in the relevant specification.

The following preferred severities are non-mandatory severities which may be applied for this test.

Overload torque N.m
0,4
0,6
0,8

4.5.15.6 Details to be specified

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

- overload torque;
- specimen optically functioning or non-functioning;
- pre-conditioning procedure;
- recovery procedure;
- initial measurements and performance requirements;
- measurements during test and performance requirements;
- final measurements and performance requirements;
- deviations.

4.5.16 Mould growth

This procedure is conducted in accordance with IEC 68-2-10 (test J).

4.5.16.1 *But*

le but de cette procédure est de déterminer l'influence des moisissures sur les propriétés optiques et mécaniques d'un jeu de connecteurs. Elle étudie les causes imprévisibles de détérioration des spécimens, que ceux-ci soient ou non fabriqués à partir de matériaux résistants aux moisissures, et appliquant l'une des deux variantes d'essai selon la sévérité prescrite.

4.5.16.2 *Description générale*

Le spécimen est exposé à la culture spécifiée dans une chambre d'essai appropriée, pendant la durée prescrite. La procédure offre deux variantes.

La variante 1 consiste à évaluer, après une période d'incubation de 28 jours, l'étendue des moisissures et tout dommage physique en résultant et, si stipulé par la spécification en vigueur, à vérifier leur influence sur le fonctionnement du spécimen, après une période d'incubation totale de 84 jours.

La variante 2 consiste à évaluer, après une période d'incubation de 28 jours, l'étendue des moisissures suite à quasi-contamination par des substances nutritives, et tout dommage physique en résultant, et à vérifier leur influence sur le fonctionnement du spécimen.

AVERTISSEMENT – Ces essais peuvent comporter des risques au point de vue sanitaire et on tiendra compte des précautions indiquées dans les annexes A et C de la CEI 68-2-10.

4.5.16.3 *Matériel*

L'appareillage comprend:

- une chambre d'essai conforme aux prescriptions de l'essai J de la CEI 68-2-10;
- des récipients en verre ou en matière plastique équipés de couvercles hermétiques conformes aux prescriptions de l'essai J de la CEI 68-2-10.

4.5.16.4 *Procédure*

Appliquer la procédure conformément à l'essai J de la CEI 68-2-10.

4.5.16.5 *Sévérité*

La sévérité comprend les cultures ou spores à cultiver et la durée d'exposition, tel que défini par la variante d'essai. La sévérité doit être indiquée dans la spécification en vigueur.

Les sévérités préférentielles suivantes sont des sévérités facultatives pouvant être spécifiées pour cette procédure:

4.5.16.1 *Purpose*

The purpose of this procedure is to determine the effects of mould growth on the optical and mechanical properties of a connector set. It investigates unforeseen causes of deterioration in specimens, whether or not these are constructed from mould-resistant materials, by the application of either of two test variants depending on the prescribed severity.

4.5.16.2 *General description*

The specimen is exposed to the specified culture in a suitable environment chamber for the specified time. The procedure offers two variants.

Variant 1 assesses the extent of mould growth after 28 days, incubation and any physical damage caused thereby and, if required by the relevant specification, by checking the effect on functioning of the specimen after incubation extended to a total of 84 days.

Variant 2 assesses the extent of mould growth after 28 days, incubation following quasi-contamination with nutrients and any physical damage caused thereby and by checking the effect on the functioning of the specimen.

WARNING NOTE – There are potential health hazards associated with these tests and attention should be given to appendices A and C of IEC 68-2-10.

4.5.16.3 *Apparatus*

The apparatus consists of:

- a suitable environmental chamber in accordance with test J of IEC 68-2-10;
- containers of glass or plastic with close-fitting lids in accordance with test J of IEC 68-2-10.

4.5.16.4 *Procedure*

Conduct the procedure in accordance with test J of IEC 68-2-10.

4.5.16.5 *Severity*

The severity consists of the combination of the cultures or spores to be grown and the duration of exposure as defined by the test variant. The severity shall be specified in the relevant specification.

The following preferred severities are non-mandatory severities which may be specified for this procedure:

Tableau 5 – Cultures ou spores

n°	Nom	Contrainte	Culture type (à titre d'indication seulement)	Nature
1	<i>Aspergillus niger</i>	V Tieghem	ATCC, 6275	Prolifère sur de nombreux matériaux et résiste aux sels cuivreux
2	<i>Aspergillus terreus</i>	Thom.	PQMD, 82 j	Attaque les matériaux plastiques
3	<i>Aerobasidium pullulans</i>	(De Barry) Arnaud	ATCC, 9348	Attaque les peintures et les laques
4	<i>Poecilomyces variotii</i>	Bainier	IAM, 5001	Attaque les matières plastiques et le cuir
5	<i>Penicillium funiculosum</i>	Thom.	IAM, 7013	Attaque de nombreux matériaux, surtout les textiles
6	<i>Penicillium ochrochloron</i>	Biourge	ATCC, 9112	Résiste aux sels cuivreux et attaque les matières plastiques et les textiles
7	<i>Scopulariopsis brevicaulis</i>	(Sacc.) Bain Var. Glabra Thom.	IAM, 5146	Attaque le caoutchouc
8	<i>Trichoderma viride</i>	Perso. Ex. Fr.	IAM, 5061	Attaque la cellulose, les textiles et les matières plastiques

4.5.16.6 Détails à préciser

Les détails suivants doivent, le cas échéant, être spécifiés par la spécification en vigueur:

- variante d'essai pour l'essai J de la CEI 68-2-10;
- cultures et spores à utiliser;
- spécimen optiquement actif ou passif;
- procédure de préconditionnement;
- procédure de reprise;
- mesures initiales et exigences fonctionnelles;
- mesures en cours d'essai et exigences fonctionnelles;
- mesures finales et exigences fonctionnelles;
- écarts.

4.5.17 Froid

Cette procédure est appliquée conformément à la CEI 68-2-1 (essai AB).

Table 5 – Cultures or spores

No.	Name	Strain	Typical culture (for guidance only)	Nature
1	<i>Aspergillus niger</i>	V Tieghem	ATCC, 6275	Grows profusely on many materials and is resistant to copper salts
2	<i>Aspergillus terreus</i>	Thom.	PQMD, 82 j	Attacks plastic materials
3	<i>Aerobasidium pullulans</i>	(De Barry) Arnaud	ATCC, 9348	Attacks paints and lacquers
4	<i>Poecilomyces variotii</i>	Bainier	IAM, 5001	Attacks plastics and leather
5	<i>Penicillium funiculosum</i>	Thom.	IAM, 7013	Attacks many materials especially textiles
6	<i>Penicillium ochrochloron</i>	Biourge	ATCC, 9112	Resistant to copper salts and attacks plastics and textiles
7	<i>Scopulariopsis brevicaulis</i>	(Sacc.) Bain Var. Glabra Thom.	IAM, 5146	Attacks rubber
8	<i>Trichoderma viride</i>	Perso. Ex. Fr.	IAM, 5061	Attacks cellulose textiles and plastics

4.5.16.6 Details to be specified

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

- test variant per test J of IEC 68-2-10;
- cultures and spores to be used;
- specimen optically functioning or non-functioning;
- pre-conditioning procedure;
- recovery procedure;
- initial measurements and performance requirements;
- measurements during test and performance requirements;
- final measurements and performance requirements;
- deviations.

4.5.17 Cold

This procedure is conducted in accordance with IEC 68-2-1 (test Ab).

4.5.17.1 But

Le but de cette procédure est de déterminer l'aptitude des connecteurs à résister à de faibles températures, en cours d'utilisation et/ou de stockage.

Cette procédure consiste à réduire graduellement la température et à soumettre des spécimens à de faibles températures pendant un laps de temps suffisant pour qu'ils atteignent leur stabilité thermique. Cette procédure ne permet pas d'évaluer l'aptitude des spécimens à résister et à fonctionner en cas de variations de température. On utilisera pour ce faire la procédure indiquée au paragraphe «Variations rapides de température» (voir 4.5.22).

4.5.17.2 Description générale

Le spécimen est placé dans une chambre à la température ambiante. On augmente ensuite la température de la chambre jusqu'à ce que la température d'essai soit atteinte, à raison de 1 °C par heure maximum, et on maintient cette température pendant la durée spécifiée. A la fin de cette période, le spécimen est maintenu dans la chambre jusqu'au rétablissement de la température ambiante. On laisse ensuite le spécimen se stabiliser à la température ambiante avant d'effectuer les mesures finales.

4.5.17.3 Matériel

L'appareillage comprend une chambre d'essai en accord avec l'essai Ab de la CEI 68-2-1.

4.5.17.4 Procédure

Appliquer la procédure conformément à l'essai Ab de la CEI 68-2-1.

4.5.17.5 Sévérité

La sévérité comprend la température et la durée de l'épreuve.

Les sévérités préférentielles suivantes sont des sévérités facultatives pouvant être spécifiées pour cette procédure.

Température °C
- 65
- 55
- 40
- 25
- 10
- 5
+ 5

Durée h
2
16
72
96

4.5.17.6 Détails à préciser

Les détails suivants doivent, le cas échéant, être spécifiés par la spécification en vigueur:

- température;
- durée de l'épreuve;

4.5.17.1 Purpose

The purpose of this procedure is to determine the suitability of connectors for use and/or storage under conditions of low temperature.

This procedure relates to a gradual reduction in temperature and is for specimens which are subjected to a low temperature for a time long enough for the specimen to achieve temperature stability. It does not permit the assessment of the ability of specimens to withstand or operate during temperature variations. In this case, "Rapid change of temperature" (see 4.5.22) would be used.

4.5.17.2 General description

The specimen is placed in a chamber at ambient temperature. The temperature is then lowered to test temperature at a rate not to exceed 1 °C per hour and maintained at that temperature for the specified duration. At the end of the period, the specimen remains in the chamber while the temperature is raised to ambient. It is then allowed to attain temperature equilibrium at ambient temperature before final measurements are carried out.

4.5.17.3 Apparatus

The apparatus consists of an environmental chamber in accordance with test Ab of IEC 68-2-1.

4.5.17.4 Procedure

Conduct the procedure in accordance with test Ab of IEC 68-2-1.

4.5.17.5 Severity

The severity consists of the combination of the temperature and duration of exposure.

The following preferred severities are non-mandatory severities which may be specified for this procedure:

Temperature °C
-65
-55
-40
-25
-10
- 5
+ 5

Duration h
2
16
72
96

4.5.17.6 Details to be specified

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

- temperature;
- duration of exposure;

- spécimen optiquement actif ou passif;
- procédure de préconditionnement;
- procédure de reprise;
- mesures initiales et exigences fonctionnelles;
- mesures en cours d'essai et exigences fonctionnelles;
- mesures finales et exigences fonctionnelles;
- écarts.

4.5.18 *Chaleur sèche*

Cette procédure doit être appliquée conformément à la CEI 68-2-2 (essai Bb).

4.5.18.1 *But*

Le but de cette procédure est de déterminer l'aptitude des connecteurs à résister à des températures élevées en cours d'utilisation et/ou de stockage.

Cette procédure consiste à augmenter graduellement la température et à soumettre les spécimens à une température élevée pendant un laps de temps suffisant pour qu'ils atteignent leur stabilité thermique. Cette procédure ne permet pas d'évaluer l'aptitude des spécimens à résister et à fonctionner en cas de variations de température. On utilisera pour ce faire la procédure indiquée au paragraphe «Variations rapides de température» (voir 4.5.22).

4.5.18.2 *Description générale*

Le spécimen est placé dans une chambre à température ambiante. On augmente alors la température de la chambre jusqu'à ce que la température d'essai soit atteinte, à raison de 1 °C par heure, et on maintient cette température pendant la durée spécifiée. A la fin de cette période, le spécimen est maintenu dans la chambre jusqu'au rétablissement de la température ambiante. On laisse ensuite la température du spécimen se stabiliser à la température ambiante avant d'effectuer les mesures finales.

4.5.18.3 *Matériel*

L'appareillage comprend une chambre d'essai conforme à l'essai Bb de la CEI 68-2-2.

4.5.18.4 *Procédure*

Appliquer la procédure conformément à l'essai Bb de la CEI 68-2-2.

4.5.18.5 *Sévérité*

La sévérité comprend la température et la durée de l'épreuve. La sévérité doit être indiquée dans la spécification en vigueur.

Les sévérités préférentielles suivantes sont des sévérités facultatives pouvant être spécifiées pour cette procédure.

- specimen optically functioning or non-functioning;
- pre-conditioning procedure;
- recovery procedure;
- initial measurements and performance requirements;
- measurements during test and performance requirements;
- final measurements and performance requirements;
- deviations.

4.5.18 *Dry heat*

This procedure is conducted in accordance with IEC 68-2-2 (test Bb).

4.5.18.1 *Purpose*

The purpose of this procedure is to determine the suitability of connectors for use and/or storage under conditions of high temperature.

This procedure relates to a gradual increase in temperature and is for specimens which are subjected to a high temperature for a time long enough for the specimens to achieve temperature stability. It does not permit the assessment of the ability of specimens to withstand or operate during temperature variations. In this case, "Rapid change of temperature" (see 4.5.22) would be used.

4.5.18.2 *General description*

The specimen is placed in a chamber at ambient temperature. The temperature is then raised to test temperature at a rate not to exceed 1 °C per hour and maintained at that temperature for the specified duration. At the end of the period, the specimen remains in the chamber while the temperature is lowered to ambient. It is then allowed to attain temperature equilibrium at ambient temperature before final measurements are carried out.

4.5.18.3 *Apparatus*

The apparatus consists of an environmental chamber in accordance with test Bb of IEC 68-2-2.

4.5.18.4 *Procedure*

Conduct the procedure in accordance with test Bb of IEC 68-2-2.

4.5.18.5 *Severity*

The severity consists of the combination of the temperature and duration of exposure. The severity shall be specified in the relevant specification.

The following preferred severities are non-mandatory severities which may be specified for this procedure.

Température °C	
30	155
40	175
55	200
70	250
85	315
100	400
125	

Durée h
2
16
72
96

4.5.18.6 *Détails à préciser*

Les détails suivants doivent, le cas échéant, être spécifiés par la spécification en vigueur:

- température;
- durée de l'épreuve;
- spécimen optiquement actif ou passif;
- procédure de préconditionnement;
- procédure de reprise;
- mesures initiales et exigences fonctionnelles;
- mesures en cours d'essai et exigences fonctionnelles;
- mesures finales et exigences fonctionnelles;
- écarts.

4.5.19 *Chaleur humide (essai continu)*

Cette procédure doit être appliquée conformément à la CEI 68-2-3 (essai Ca).

4.5.19.1 *But*

Le but de cette procédure est de déterminer l'aptitude des connecteurs à résister à une humidité relative élevée en cours d'utilisation et/ou de stockage. L'essai sert avant tout à permettre l'observation des effets d'une humidité élevée, à température constante, pendant une période donnée.

4.5.19.2 *Description générale*

Le spécimen est placé dans une chambre et soumis à un environnement de chaleur humide maintenue à 40 °C pendant la durée spécifiée, avec une humidité relative de 93 %.

4.5.19.3 *Matériel*

L'appareillage comprend une chambre d'essai conforme à l'essai Ca de la CEI 68-2-3.

Temperature °C	
30	155
40	175
55	200
70	250
85	315
100	400
125	

Duration h
2
16
72
96

4.5.18.6 Details to be specified

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

- temperature;
- duration of exposure;
- specimen optically functioning or non-functioning;
- pre-conditioning procedure;
- recovery procedure;
- initial measurements and performance requirements;
- measurements during test and performance requirements;
- final measurements and performance requirements;
- deviations.

4.5.19 Damp heat (steady state)

This procedure is conducted in accordance with IEC 68-2-3 (test Ca).

4.5.19.1 Purpose

The purpose of this procedure is to determine the suitability of connectors for use and/or storage under conditions of high relative humidity. The test is primarily intended to permit the observation of effects of high humidity at constant temperature over a given period.

4.5.19.2 General description

The specimen is placed in a chamber and subjected to a damp heat environment which is maintained at 40 °C with a relative humidity of 93 % for a specified duration.

4.5.19.3 Apparatus

The apparatus consists of an environmental chamber in accordance with test Ca of IEC 68-2-3.

4.5.19.4 *Procédure*

Appliquer la procédure conformément à l'essai Ca de la CEI 68-2-3.

4.5.19.5 *Sévérité*

La sévérité comprend la température, l'humidité et la durée de l'épreuve. La sévérité doit être indiquée dans la spécification en vigueur.

Les sévérités préférentielles suivantes sont des sévérités facultatives pouvant être spécifiées pour la procédure:

Température = 40 °C Humidité relative = 93 % Durée de l'épreuve = 4, 10, 21 ou 56 jours
--

4.5.19.6 *Détails à préciser*

Les détails suivants doivent, le cas échéant, être spécifiés par la spécification en vigueur:

- température;
- humidité relative;
- durée de l'épreuve;
- précautions spéciales à prendre concernant la suppression des moisissures de surface;
- spécimen optiquement actif ou passif;
- procédure de préconditionnement;
- procédure de reprise;
- mesures initiales et exigences fonctionnelles;
- mesures en cours d'essai et exigences fonctionnelles;
- mesures finales et exigences fonctionnelles;
- écarts.

4.5.20 *Séquence climatique*

4.5.20.1 *But*

Le but de cette procédure est de fournir des séquences normales d'essais climatiques comprenant l'application successive de chaleur sèche, de chaleur humide, de froid et de basse pression atmosphérique.

L'essai composite climatique basé sur la séquence climatique normalisée (voir l'article 7 de la CEI 68-1) est applicable aux connecteurs de catégories climatiques 4, 10, 21 et 56 jours de chaleur humide. Il est effectué suivant les procédures et sévérités indiquées dans la spécification en vigueur.

4.5.19.4 Procedure

Conduct the procedure in accordance with test Ca of IEC 68-2-3.

4.5.19.5 Severity

The severity consists of the combination of the temperature, humidity and exposure time. The severity shall be specified in the relevant specification.

The following preferred severities are non-mandatory severities which may be specified for this procedure:

Temperature = 40 °C
Relative humidity = 93 %
Exposure time = 4, 10, 21 or 56 days

4.5.19.6 Details to be specified

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

- temperature;
- relative humidity;
- exposure duration;
- special precautions to be taken regarding the removal of surface moisture;
- specimen optically functioning or non-functioning;
- pre-conditioning procedure;
- recovery procedure;
- initial measurements and performance requirements;
- measurements during test and performance requirements;
- final measurements and performance requirements;
- deviations.

4.5.20 Climatic sequence

4.5.20.1 Purpose

The purpose of this procedure is to provide standard climatic sequences consisting of sequential applications of dry heat, damp heat, cold and low air pressure.

The climatic sequence is based on the standard climatic sequence in clause 7 of IEC 68-1 and is applicable to connectors with climatic categories of 4, 10, 21 and 56 days of damp heat. It shall be carried out in accordance with the procedures and severities specified in the relevant specification.

4.5.20.2 Description générale

Cette procédure est une séquence climatique dans laquelle les composants sont soumis à un certain nombre d'essais climatiques dans un ordre déterminé. Il existe trois méthodes d'essai.

La méthode 1 consiste à soumettre le spécimen d'abord à des températures élevées et ensuite à un cycle de chaleur humide à 55 °C. La chaleur humide est immédiatement suivie par un essai de froid de sorte que l'eau qui aurait pénétré dans le spécimen par des criques à la surface des joints gèle et endommage encore plus le spécimen. Une basse pression atmosphérique permet de compléter la vérification de l'étanchéité du spécimen.

Un conditionnement plus sévère est prévu par la procédure 2 qui introduit un essai de froid entre chacun des cycles de chaleur humide.

La méthode 3 est conçue pour fournir une séquence climatique courte pour des essais d'homologation lot par lot.

On utilise fréquemment la séquence climatique après des essais mécaniques tels que vibrations ou secousses, pour vérifier que le spécimen n'a pas été fissuré ou endommagé par les essais mécaniques.

4.5.20.3 Matériel

Le matériel employé pour cette séquence comprend une ou plusieurs chambres d'essais appropriée(s), en accord avec les procédures initiales de chaleur sèche, de chaleur humide, de froid et de basse pression atmosphérique.

4.5.20.4 Procédure

Méthode 1

- a) Le spécimen doit être soumis à l'essai Ba de la CEI 68-2-2, à la température de la catégorie supérieure ou la température prescrite dans la spécification en vigueur.

NOTE - Les mesures, quand elles sont prescrites dans la spécification en vigueur, peuvent être effectuées lorsque le spécimen est encore à température élevée.

- b) Le spécimen est examiné visuellement.

- c) A ce stade de la procédure, un intervalle ne dépassant pas 72 h est autorisé. Pendant cet intervalle, le spécimen doit être maintenu dans des conditions ambiantes normales de laboratoire, de 15 °C à 35 °C.

- d) Tout spécimen de catégorie climatique $-/-/4$ ou $-/-/10$ ou $-/-/21$ ou $-/-/56$ doit être soumis à l'essai Db, sévérité B, variante 1 de la CEI 68-2-30 pendant un cycle de 24 h suivi d'une période de reprise de 1,5 h à 2 h.

- e) Immédiatement après le cycle de chaleur humide du point d), le spécimen doit être soumis à l'essai Aa de la CEI 68-2-1 pendant une période de 2 h à la température de la catégorie la plus basse ou à la température prescrite par la spécification en vigueur.

NOTE - Les mesures, quand elles sont prescrites par la spécification en vigueur, peuvent être effectuées lorsque le spécimen est encore à basse température.

- f) A ce stade de la procédure, un intervalle ne dépassant pas 72 h est autorisé. Pendant cet intervalle, le spécimen doit être maintenu dans des conditions ambiantes normales de laboratoire, de 15 °C à 35 °C.

4.5.20.2 General description

This procedure is a climatic sequence in which components are exposed to a number of climatic conditioning tests in a fixed order. There are three methods.

Method 1 consists of first exposing the specimen to high temperatures and then to a cycle of damp heat at 55 °C. The damp heat is immediately followed by a cold test so that any water which has entered the specimen at surface cracks will be frozen and cause further damage. Low air pressure completes the check on the sealing of the specimen.

A more severe conditioning is given by method 2 which interposes a cold test between each of the damp heat cycles.

Method 3 is a short sequence intended for lot-by-lot inspection.

Climatic sequence is normally used after environmental tests such as vibration or bump to verify that the specimen has not been cracked or damaged by the environments.

4.5.20.3 Apparatus

The apparatus used in this sequence consists of a suitable environmental chamber or chambers in accordance with the primary procedures dry heat, damp heat, cold and low air pressure.

4.5.20.4 Procedure

Method 1

- a) The specimen shall be subjected to test Ba of IEC 68-2-2 at the upper category temperature or the temperature prescribed in the relevant specification.

NOTE - Where prescribed in the relevant specification, measurements may be made on the specimen while at the high temperature.

- b) Visually examine the specimen.
- c) An interval not exceeding 72 h is permitted at this stage of the procedure. During the interval, the specimen shall be kept under normal laboratory ambient conditions, 15 °C to 35 °C.
- d) Any specimen with a climatic category of -/-/4 or -/-/10 or -/-/21 or -/-/56 shall be subjected to test Db, severity B, variant 1 of IEC 68-2-30 for one cycle of 24 h followed by a recovery period of 1,5 h to 2 h.
- e) Immediately after the damp heat cycle of item d), the specimen shall be subjected to test Aa of IEC 68-2-1 for a period of 2 h at the lower category temperature or the temperature prescribed in the relevant specification.

NOTE - Where prescribed in the relevant specification, measurements may be made on the specimen while at the low temperature.

- f) An interval not exceeding 72 h is permitted at this stage of the procedure. During the interval the specimen shall be kept under normal laboratory ambient conditions, 15 °C to 35 °C.

g) Le spécimen doit être ensuite soumis à l'essai M de la CEI 68-2-13, en utilisant le degré de sévérité décrit dans la spécification en vigueur. L'épreuve à basse pression doit être effectuée entre 15 °C et 35 °C pendant 1 h sauf stipulation contraire dans la spécification en vigueur.

h) A ce stade de la procédure, un intervalle ne dépassant pas 72 est autorisé. Durant cet intervalle, le spécimen doit être maintenu dans des conditions ambiantes normales de laboratoire, entre 15 °C et 35 °C.

i) Le spécimen doit être ensuite soumis à l'essai Db de la CEI 68-2-30 pour le nombre de cycles suivants:

Catégorie	Cycles
–/–/56	5
–/–/21	1
–/–/10	1
–/–/ 4	1

j) Si prescrit dans la spécification en vigueur, le spécimen doit être retiré de la chambre après le nombre de cycles spécifié(s), secoué pour éliminer les gouttelettes d'eau et, dans les 15 min qui suivent, doit être soumis aux essais électriques, optiques et mécaniques prescrits.

k) Laisser le spécimen reposer pendant 1,5 h à 2 h dans des conditions normales de reprise.

l) Examiner visuellement le spécimen et vérifier ses propriétés optiques et mécaniques comme prescrit dans la spécification en vigueur.

m) Lorsqu'une reprise prolongée est prescrite dans la spécification en vigueur, le spécimen est maintenu dans les conditions normales atmosphériques de reprise pendant une durée supplémentaire égale à 24 h. A la fin de cette période, examiner visuellement le spécimen et mesurer la perte d'insertion comme prescrit par la spécification en vigueur. Les spécimens doivent être conformes aux exigences de celle-ci.

Méthode 2

a) Cette méthode doit être appliquée aux spécimens de la catégorie –/–/56 lorsqu'elle est prescrite par la spécification en vigueur.

b) Le spécimen doit être soumis aux points a) à h) inclus de la méthode 1.

c) Le spécimen doit être ensuite soumis à l'essai Db de la CEI 68-2-30 pour un cycle de 24 h suivi par la période de reprise de 1,5 h à 2 h.

d) Immédiatement après le cycle de chaleur humide du point c) du présent paragraphe, le spécimen doit être soumis à l'essai Aa de la CEI 68-2-1 pour une période de 2 h à la température de la catégorie la plus basse ou à la température prescrite dans la spécification en vigueur.

e) Le spécimen doit être ensuite soumis trois fois à la procédure des points c) et d) du présent paragraphe, puis une nouvelle fois à la procédure du point c) du présent paragraphe. Lorsque la durée nécessaire à cette série de cycles rend nécessaire une coupure dans l'exécution, un intervalle ne dépassant pas 72 h est autorisé. Toute coupure doit intervenir entre un cycle froid et le cycle de chaleur humide qui suit.

- g) The specimen shall then be subjected to test M of IEC 68-2-13, using the degree of severity described in the relevant specification. The low pressure conditioning shall be carried out at 15 °C to 35 °C for 1 h unless otherwise prescribed in the relevant specification.
- h) An interval not exceeding 72 h is permitted at this stage of the procedure. During the interval the specimen shall be kept under normal laboratory ambient conditions between 15 °C to 35 °C.
- i) The specimen shall then be subjected to test Db of IEC 68-2-30 for the following number of cycles:

Category	Cycles
—/—/56	5
—/—/21	1
—/—/10	1
—/—/ 4	1

- j) Where prescribed in the relevant specification, the specimen shall be removed from the chamber after the specified number of cycles, shaken so as to remove droplets of water and within 15 min shall be subjected to the prescribed optical and mechanical tests.
- k) The specimen shall be allowed to recover for 1,5 h to 2 h under standard conditions for recovery.
- l) The specimen shall be visually inspected and shall be optically and mechanically checked as prescribed in the relevant specification.
- m) Where extended recovery is prescribed in the relevant specification, the specimen shall remain under standard atmospheric conditions for recovery for a further period of 24 h. At the end of this period, the specimen shall be visually inspected and shall be subjected to the insertion loss measurement as prescribed by the relevant specification and shall meet the requirements therein.

Method 2

- a) This method shall be applied to specimens of category —/—/56 when required in the relevant specification.
- b) The specimen shall be subjected to the requirements of items a) to h) of method 1.
- c) The specimen shall then be subjected to test Db of IEC 68-2-30 for one cycle of 24 h followed by the recovery period of 1,5 h to 2 h.
- d) Immediately after the damp heat cycle of item c) of this subclause, the specimen shall be subjected to test Aa of IEC 68-2-1 for a period of 2 h at the lower category temperature or the temperature prescribed in the relevant specification.
- e) The specimen shall be subjected to the procedure of items c) and d) of this subclause for a further three times, followed by the procedure of item c) of this subclause. Where the length of time taken for this series of cycles makes it necessary to interrupt the procedure, one interval not exceeding 72 h is permitted in the procedure. Any such interruption shall occur between a cold cycle and the following damp heat cycle.

f) Si prescrit dans la spécification intermédiaire et/ou particulière en vigueur, le spécimen doit être retiré de la chambre, secoué pour éliminer les gouttelettes d'eau doit être soumis, dans les 15 min qui suivent, aux essais optiques et mécaniques prescrits.

g) Examiner visuellement le spécimen et vérifier ses propriétés optiques et mécaniques comme prescrit dans la spécification intermédiaire et/ou particulière en vigueur. Maintenir le spécimen dans des conditions atmosphériques normales de reprise pour une durée supplémentaire de 24 h.

A la fin de cette période, examiner visuellement le spécimen et mesurer la perte d'insertion comme prescrit par la spécification intermédiaire et/ou particulière en vigueur. Les spécimens doivent être conformes aux exigences de celle-ci.

Méthode 3

Cette méthode est identique à la méthode 1, à ceci près:

- 1) il n'y a pas d'examen visuel imposé après le conditionnement en chaleur sèche indiqué au point a) de la méthode 1;
- 2) le conditionnement en basse pression indiqué au point g) de la méthode 1 selon l'essai M n'est appliqué que s'il est prescrit dans la spécification en vigueur;
- 3) dans la deuxième application de conditionnement cyclique de chaleur humide du point i) de la méthode 1 selon l'essai Db, sévérité B, variante 1 de la CEI 68-2-30, le spécimen ne doit être soumis qu'à un seul cycle.

4.5.20.5 Sévérité

La sévérité comprend la température/durée de chaleur sèche, la température/durée de chaleur humide, la température/durée de froid et la durée/pression de la basse pression atmosphérique.

Les procédures initiales des méthodes 1, 2 et 3 présentent de sévérités préférentielles.

4.5.20.6 Détails à préciser

Les détails suivants doivent, le cas échéant, être spécifiés par la spécification en vigueur:

- méthode;
- spécimen optiquement actif ou passif;
- procédure de préconditionnement;
- procédure de reprise;
- mesures initiales et exigences fonctionnelles;
- mesures en cours d'essai et exigences fonctionnelles;
- mesures finales et exigences fonctionnelles;
- écarts.

4.5.21 Condensation

Cette procédure doit être appliquée conformément à la CEI 68-2-38 (essai Z/AD).

f) Where prescribed in the relevant sectional and/or detail specification, the specimen shall then be removed from the chamber, shaken so as to remove droplets of water and within 15 min shall be subjected to the prescribed optical and mechanical tests.

g) The specimen shall be visually inspected and shall be optically and mechanically checked as prescribed in the relevant sectional and/or detail specification. The specimen shall remain under standard atmospheric conditions for recovery for a further period of 24 h.

At the end of the period, the specimen shall be visually inspected and shall be subjected to the insertion loss measurement as prescribed by the relevant sectional and/or detail specification and shall meet the requirements therein.

Method 3

Method 3 is the same as method 1 except that:

- 1) there shall be no requirement for visual inspection after the dry heat conditioning in item a) of method 1;
- 2) the low pressure conditioning in item g) of method 1 for test M shall be applied only where prescribed by the relevant specification;
- 3) in the second application of cyclic damp heat conditioning in item i) of method 1 for test Db, severity B, variant 1 of IEC 68-2-30, the specimen shall be subjected to only one cycle.

4.5.20.5 Severity

The severity consists of the combination of the dry heat temperature/duration, the damp heat temperature/duration, the cold temperature/duration and the low air pressure/duration.

Methods 1, 2 and 3 have preferred severities within the primary procedures.

4.5.20.6 Details to be specified

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

- method;
- specimen optically functioning or non-functioning;
- pre-conditioning procedure;
- recovery procedure;
- initial measurements and performance requirements;
- measurements during test and performance requirements;
- final measurements and performance requirements;
- deviations.

4.5.21 Condensation

This procedure is conducted in accordance with IEC 68-2-38 (test Z/AD).

4.5.21.1 But

Le but de cette procédure est de fournir une séquence composite climatique adaptée spécifiquement aux spécimens, permettant de déterminer très rapidement la résistance de ces derniers aux effets dégradants des conditions de température et d'humidité élevées.

Cette procédure est conçue pour mettre en évidence les défauts d'un connecteur à fibre optique causés par une «respiration» par rapport aux effets d'absorption d'humidité. Cet essai couvre les effets de gel de l'eau piégée dans les criques ou fissures ainsi que la condensation. Cependant, le degré de condensation variera suivant la taille ou la masse thermique du connecteur.

Cet essai diffère des autres essais de chaleur humide cyclique en ceci que sa sévérité est accrue du fait:

- du grand nombre de variations de température ou d'actions de «pompage» dans un temps donné;
- d'une plage de températures cycliques plus grande;
- d'une variation de température plus rapide;
- de l'intégration d'un certain nombre de passages à des températures au-dessous de 0 °C.

Ce type d'essai est particulièrement important pour les composants constitués d'un grand nombre de matériaux différents, spécialement ceux qui comprennent des joints de verre.

4.5.21.2 Description générale

Le spécimen est placé dans une chambre humide et soumis à 10 cycles de température/humidité, chacun d'une durée de 24 h. Les spécimens sont soumis à un cycle de froid au cours de l'un des cinq cycles compris parmi les neuf premiers cycles, après avoir été soumis à une épreuve d'humidité.

4.5.21.3 Matériel

Le matériel comprend des chambres d'essai adéquates, conformes à l'essai CEI approprié.

NOTE - Cette procédure peut être appliquée dans une ou deux chambres séparées, à condition de répondre aux exigences stipulées dans la CEI 68-2-38.

4.5.21.4 Procédure

Appliquer la procédure conformément à l'essai Z/AD de la CEI 68-2-38.

4.5.21.5 Sévérité

La sévérité comprend l'humidité et sa durée, la température froide et sa durée ainsi que la durée et le nombre de cycles de froid.

L'essai Z/AD de la CEI 68-2-38 définit un cycle complet de 24 h en décrivant en détail les cycles de température/d'humidité, le cycle de froid, le cycle de 24 h sans exposition au froid et le cycle final.

4.5.21.1 *Purpose*

The purpose of this procedure is to provide a composite test procedure, primarily intended for specimens, to determine in an accelerated manner the resistance of specimens to the deteriorative effects of high temperature/humidity and cold conditions.

It is intended to reveal defects in an optical fibre connector caused by "breathing" as opposed to absorption of moisture. The test covers the effect of the freezing of trapped water in cracks and fissures as well as condensation. However, the degree of condensation will vary depending on the size and thermal mass of the connector.

This test differs from other cyclic damp heat tests in that it derives its increased severity from:

- a greater number of temperature variations or "pumping" actions in a given time;
- a greater cyclic temperature range;
- a higher rate of change of temperature;
- the inclusion of a number of excursions to sub-zero temperatures.

This type of test is particularly important for components comprising a variety of different materials, especially those including glass joints.

4.5.21.2 *General description*

The specimen is placed in a humidity chamber and subjected to 10 temperature/humidity cycles, each of 24 h duration. During any five of the first nine cycles, after exposure to the humidity sub-cycle, the specimens shall be subjected to cold.

4.5.21.3 *Apparatus*

The apparatus consists of suitable environmental chambers in accordance with the appropriate IEC test.

NOTE - This process may be performed in either one or two separate chambers provided the requirements specified in IEC 68-2-38 are met.

4.5.21.4 *Procedure*

Conduct the procedure in accordance with test Z/AD of IEC 68-2-38.

4.5.21.5 *Severity*

The severity consists of the combination of the humidity and duration, the cold temperature and exposure time, the cycle time and the number of cold cycles.

Test Z/AD of IEC 68-2-38 defines the total 24 h cycle describing in detail the temperature/humidity cycle, the cold cycle, the 24 h cycle with no exposure to cold and the final cycle.

4.5.21.6 *Détails à préciser*

Les détails suivants doivent, le cas échéant, être spécifiés par la spécification en vigueur:

- spécimen optiquement actif ou passif;
- procédure de préconditionnement;
- procédure de reprise;
- mesures initiales et exigences fonctionnelles;
- mesures en cours d'essai et exigences fonctionnelles;
- mesures finales et exigences fonctionnelles;
- écarts.

4.5.22 *Variations rapides de température*

Cette procédure est appliquée conformément à la CEI 68-2-14 (essai Na ou Nb).

4.5.22.1 *But*

Le but de cette procédure est de déterminer l'aptitude d'un spécimen à résister aux effets d'une variation de température ou d'une succession de variations de température.

L'essai Na consiste à soumettre le spécimen à des températures extrêmes, avec des temps de transition très brefs (à soumettre essentiellement le spécimen à une série de chocs thermiques).

L'essai Nb consiste à soumettre le spécimen à une variation plus graduelle de température, en le sollicitant sans provoquer de choc thermique.

4.5.22.2 *Description générale*

Le spécimen est d'abord soumis à une température extrême, pendant une période de temps donnée. Il est ensuite soumis à la température extrême opposée, pendant la même durée.

La différence entre les essais Na et Nb réside dans la manière dont on modifie les températures et dans le temps de transition entre chaque modification.

4.5.22.3 *Matériel*

Le matériel comprend des chambres d'essai appropriées, conformes aux essais Na ou Nb de la CEI 68-2-14.

4.5.22.4 *Procédure*

Appliquer la procédure conformément à l'essai Na ou Nb de la CEI 68-2-14.

4.5.22.5 *Sévérité*

La sévérité comprend la basse température, la haute température, la durée, le temps de transition ou le taux de variation de température et le nombre de cycles.

4.5.21.6 *Details to be specified*

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

- specimen optically functioning or non-functioning;
- pre-conditioning procedure;
- recovery procedure;
- initial measurements and performance requirements;
- measurements during test and performance requirements;
- final measurements and performance requirements;
- deviations.

4.5.22 *Rapid change of temperature*

This procedure is conducted in accordance with IEC 68-2-14 (test Na or Nb).

4.5.22.1 *Purpose*

The purpose of this procedure is to determine the suitability of a specimen to withstand the effects of change of temperature or a succession of changes of temperature.

Test Na subjects the specimen to extremes of temperature with a very short change-over time (in essence subjecting the specimen to a series of thermal shocks).

Test Nb subjects the specimen to a more gradual variation of temperature which stresses but does not shock the specimen.

4.5.22.2 *General description*

The specimen is first subjected to one extreme of temperature for a given period of time. It is then subjected to the other extreme of temperature for an equal period of time.

The difference between tests Na and Nb is in the manner and time of the change-over between temperatures.

4.5.22.3 *Apparatus*

The apparatus consists of suitable environmental chambers in accordance with test Na or Nb of IEC 68-2-14.

4.5.22.4 *Procedure*

Conduct the procedure in accordance with test Na or Nb of IEC 68-2-14.

4.5.22.5 *Severity*

The severity consists of the combination of the low temperature, high temperature, duration, change-over time or rate of change of temperature and number of cycles.