

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC  
876-1**

QC 820000

Deuxième édition  
Second edition  
1994-08

---

---

**Commutateurs à fibres optiques –**

**Partie 1:**  
Spécification générique

**Fibre optic switches –**

**Part 1:**  
Generic specification



Numéro de référence  
Reference number  
CEI/IEC 876-1: 1994

## Numéros des publications

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

## Publications consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

## Validité de la présente publication

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

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

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

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

## Terminologie, symboles graphiques et littéraux

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

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

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

## Numbering

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

## Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

## Validity of this publication

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

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

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

## Terminology, graphical and letter symbols

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

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

\* See web site address on title page.

NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD

CEI  
IEC  
876-1

QC 820000

Deuxième édition  
Second edition  
1994-08

---

---

**Commutateurs à fibres optiques –**

**Partie 1:**  
Spécification générique

**Fibre optic switches –**

**Part 1:**  
Generic specification

© CEI 1994 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 XD

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

## SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS .....	8
INTRODUCTION .....	10
Articles	
1 Généralités .....	12
1.1 Domaine d'application .....	12
1.2 Références normatives .....	12
1.3 Définitions .....	16
2 Exigences .....	22
2.1 Classification .....	22
2.1.1 Type .....	24
2.1.2 Modèle .....	28
2.1.3 Variante .....	30
2.1.4 Catégorie climatique .....	30
2.1.5 Niveau d'assurance de la qualité .....	32
2.2 Documents .....	32
2.2.1 Symboles .....	32
2.2.2 Système de spécifications .....	32
2.2.3 Plans .....	36
2.2.4 Mesures .....	36
2.2.5 Fiches techniques d'essais .....	38
2.2.6 Consignes d'utilisation .....	38
2.3 Conception et réalisation .....	38
2.3.1 Matériaux .....	38
2.3.2 Exécution .....	38
2.4 Qualité .....	38
2.5 Performances et caractéristiques .....	38
2.6 Identification et marquage .....	40
2.6.1 Numéro d'identification des variantes .....	40
2.6.2 Marquage des composants .....	40
2.6.3 Marquage de l'emballage .....	40
3 Procédure d'assurance de la qualité .....	42
3.1 Etape initiale de fabrication .....	42
3.2 Composants de structure similaire .....	42
3.3 Procédures d'homologation .....	42
3.3.1 Procédure d'échantillonnage fixe .....	42
3.3.2 Procédures de contrôle lot par lot et périodique .....	44
3.3.3 Taille de l'échantillon .....	44
3.3.4 Préparation des spécimens .....	44

## CONTENTS

	Page
FOREWORD.....	9
INTRODUCTION.....	11
Clause	
1 General .....	13
1.1 Scope .....	13
1.2 Normative references .....	13
1.3 Definitions .....	17
2 Requirements .....	23
2.1 Classification .....	23
2.1.1 Type .....	25
2.1.2 Style .....	29
2.1.3 Variant .....	31
2.1.4 Climatic category .....	31
2.1.5 Assessment level .....	33
2.2 Documentation .....	33
2.2.1 Symbols .....	33
2.2.2 Specification system .....	33
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 ratings and characteristics .....	39
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
3 Quality assessment procedures .....	43
3.1 Primary stage of manufacture .....	43
3.2 Structurally similar components .....	43
3.3 Qualification approval procedures .....	43
3.3.1 Fixed sample procedure .....	43
3.3.2 Lot-by-lot and periodic procedures .....	45
3.3.3 Sample size .....	45
3.3.4 Preparation of specimens .....	45

Articles	Pages
3.3.5 Essai d'homologation .....	44
3.3.6 Défaillances d'homologation .....	44
3.3.7 Maintien de l'homologation .....	44
3.3.8 Rapport d'homologation .....	46
3.4 Contrôle de conformité de la qualité .....	46
3.4.1 Contrôle lot par lot .....	46
3.4.2 Contrôle périodique .....	48
3.5 Certificat de conformité des lots livrés .....	48
3.6 Livraisons différées .....	50
3.7 Acceptation de livraison avant achèvement des essais du groupe B .....	50
3.8 Autres méthodes d'essai .....	50
3.9 Paramètres non vérifiés .....	50
4 Procédures de mesures et d'essais d'environnement .....	50
4.1 Conditions normalisées .....	50
4.2 Nettoyage des surfaces optiques .....	50
4.3 Procédures de mesures .....	50
4.3.1 Inspection visuelle .....	52
4.3.2 Dimensions et masse .....	54
4.3.3 Examen du produit .....	56
4.3.4 Perte d'insertion .....	56
4.3.5 Puissance réfléchie .....	72
4.3.6 Dépendance en fonction de la longueur d'onde .....	78
4.3.7 Dépendance de la perte d'insertion et de la puissance réfléchie par rapport à la polarisation .....	86
4.3.8 Dépendance modale de la perte d'insertion et de la puissance réfléchie .....	86
4.3.9 Variation du facteur de transmission .....	88
4.3.10 Puissance absorbée maximale .....	94
4.3.11 Temps de commutation et de rebondissement .....	96
4.3.12 Répétabilité .....	102
4.3.13 Stabilité de contrôle .....	102
4.4 Procédures d'essais d'environnement .....	104
4.4.1 Vibrations (sinusoïdales) .....	106
4.4.2 Efficacité de la rétention de la fibre ou de l'embout .....	108
4.4.3 Charge statique .....	110
4.4.4 Effort de traction .....	112
4.4.5 Effort de torsion .....	114
4.4.6 Résistance du mécanisme de couplage .....	116
4.4.7 Moment de flexion .....	118
4.4.8 Secousses .....	120
4.4.9 Chocs .....	122
4.4.10 Résistance à la compression .....	124
4.4.11 Compression axiale .....	126

Clause	Page
3.3.5 Qualification testing .....	45
3.3.6 Qualification failures .....	45
3.3.7 Maintenance of qualification approval .....	45
3.3.8 Qualification report .....	47
3.4 Quality conformance inspection .....	47
3.4.1 Lot-by-lot inspection .....	47
3.4.2 Periodic inspection .....	49
3.5 Certified record of released lots .....	49
3.6 Delayed deliveries .....	51
3.7 Delivery release before completion of group B tests .....	51
3.8 Alternative test methods .....	51
3.9 Unchecked parameters .....	51
4 Measurement and environmental test procedures .....	51
4.1 Standard conditions .....	51
4.2 Cleaning of optical surfaces .....	51
4.3 Measurement procedures .....	51
4.3.1 Visual inspection .....	53
4.3.2 Dimensions and mass .....	55
4.3.3 Examination of product .....	57
4.3.4 Insertion loss .....	57
4.3.5 Return loss .....	73
4.3.6 Wavelength dependence .....	79
4.3.7 Polarization dependence of insertion loss and return loss .....	87
4.3.8 Modal dependence of insertion loss and return loss .....	87
4.3.9 Change in transmittance .....	89
4.3.10 Maximum input power .....	95
4.3.11 Switching time and bounce time .....	97
4.3.12 Repeatability .....	103
4.3.13 Control stability .....	103
4.4 Environmental test procedures .....	105
4.4.1 Vibration (sinusoidal) .....	107
4.4.2 Effectiveness of fibre or ferrule retention .....	109
4.4.3 Static load .....	111
4.4.4 Pulling .....	113
4.4.5 Torsion .....	115
4.4.6 Strength of coupling mechanism .....	117
4.4.7 Bending moment .....	119
4.4.8 Bump .....	121
4.4.9 Shock .....	123
4.4.10 Crush resistance .....	125
4.4.11 Axial compression .....	127

Articles	Pages
4.4.12 Impact .....	130
4.4.13 Accélération .....	132
4.4.14 Chute .....	136
4.4.15 Couple de serrage .....	138
4.4.16 Moisissures .....	142
4.4.17 Froid .....	144
4.4.18 Chaleur sèche .....	148
4.4.19 Chaleur humide (essai continu) .....	150
4.4.20 Séquence climatique .....	152
4.4.21 Condensation .....	158
4.4.22 Variation rapide de température .....	160
4.4.23 Étanchéité (joints de panneaux et barrières d'étanchéité) .....	164
4.4.24 Étanchéité (immersion dans l'eau) .....	166
4.4.25 Étanchéité (herméticité) .....	168
4.4.26 Brouillard salin .....	170
4.4.27 Poussière .....	172
4.4.28 Atmosphère industrielle (anhydride sulfureux) .....	176
4.4.29 Basse pression atmosphérique .....	178
4.4.30 Rayonnement solaire .....	180
4.4.31 Rayonnement nucléaire .....	184
4.4.32 Endurance mécanique .....	184
4.4.33 Endurance à haute température .....	186
4.4.34 Résistance aux solvants et aux fluides contaminants .....	188
4.4.35 Nutation du câble .....	192
4.4.36 Inflammabilité .....	196
 Annexes	
A Mesure des dimensions .....	198
B Bibliographie .....	202

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 876-1:1994

Clause	Page
4.4.12 Impact .....	131
4.4.13 Acceleration .....	133
4.4.14 Drop .....	137
4.4.15 Coupling proof torque .....	139
4.4.16 Mould growth .....	143
4.4.17 Cold .....	145
4.4.18 Dry heat .....	149
4.4.19 Damp heat (steady state) .....	151
4.4.20 Climatic sequence .....	153
4.4.21 Condensation .....	159
4.4.22 Rapid change of temperature .....	161
4.4.23 Sealing (panel-seals and barrier-seals) .....	165
4.4.24 Sealing (water immersion) .....	167
4.4.25 Sealing (hermetic) .....	169
4.4.26 Salt mist .....	171
4.4.27 Dust .....	173
4.4.28 Industrial atmosphere (sulphur dioxide) .....	177
4.4.29 Low air pressure .....	179
4.4.30 Solar radiation .....	181
4.4.31 Nuclear radiation .....	185
4.4.32 Mechanical endurance .....	185
4.4.33 High temperature endurance .....	187
4.4.34 Resistance to solvents and contaminating fluids .....	189
4.4.35 Cable nutation .....	193
4.4.36 Flammability (fire hazard) .....	197
 Annexes	
A Size measurements .....	199
B Bibliography .....	203

# COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

## COMMUTATEURS À FIBRES 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 876-1 a été établie par le sous-comité 86B: Dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques, du comité d'études 86 de la CEI: Fibres optiques.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 1986 et constitue une révision technique.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

DIS	Rapport de vote
86B(BC)144	86B(BC)171

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

Le numéro QC qui figure sur la page de couverture de la présente publication est le numéro de spécification dans le Système CEI d'assurance de la qualité des composants électroniques (IECQ).

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

FIBRE OPTIC SWITCHES -  
Part 1: Generic specification

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international 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 876-1 has been prepared by sub-committee 86B: Fibre optic interconnecting devices and passive components, of IEC technical committee 86: Fibre optics.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 1986 and constitutes a technical revision.

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

DIS	Report on voting
86B(CO)144	86B(CO)171

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

The QC number that appears on the front cover of this publication is the specification number in the IEC Quality Assessment System for Electronic Components (IECQ).

Annex A is for information only.

## INTRODUCTION

La présente partie de la CEI 876, qui est une spécification générique, est divisée en quatre articles. L'article 1 est intitulé «Généralités» et contient des informations générales qui concernent la présente spécification.

L'article 2, intitulé «Exigences», contient toutes les prescriptions auxquelles doivent satisfaire les commutateurs traités dans la présente norme. Les exigences concernent la classification, les spécifications, la documentation, les matériaux, l'exécution, la qualité, les performances, l'identification et l'emballage.

L'article 3, «Procédures d'assurance de la qualité», contient toutes les procédures qui doivent être respectées pour obtenir l'assurance de la qualité des produits traités dans la présente norme.

L'article 4, intitulé «Procédures de mesures et d'essais d'environnement», contient les méthodes de mesure et les procédures d'essai d'environnement utilisées pour l'assurance de la qualité.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 876-1:1994  
Without watermark

## INTRODUCTION

This part of IEC 876, which is a generic specification, is divided into four clauses. Clause 1 is entitled "General" and contains general information which pertains to this specification.

Clause 2 is entitled "Requirements" and contains all of the requirements to be met by switches covered by this standard. The requirements for classification, the IEC specification system, documentation, materials, workmanship, quality, performance, identification and packaging are covered in this clause.

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

Clause 4 is entitled "Measurement and environmental test procedures" and contains the measurement methods and environmental test procedures used for quality assessment.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 876-1:1994

Without watermark

# COMMUTATEURS À FIBRES OPTIQUES –

## Partie 1: Spécification générique

### 1 Généralités

#### 1.1 *Domaine d'application*

La présente partie de la CEI 876 s'applique aux commutateurs à fibres optiques dont les caractéristiques générales, quel que soit le modèle, sont les suivantes:

- les commutateurs sont passifs dans la mesure où ils ne contiennent aucun élément optoélectronique ou autres éléments transducteurs;
- les commutateurs ont au moins une porte de transmission de la puissance optique et au moins deux états dans lesquels la puissance peut passer ou être bloquée entre ces portes;
- les portes sont des fibres optiques ou des connecteurs à fibres optiques.

Le présente norme établit des exigences uniformes pour:

- les caractéristiques optiques, mécaniques et d'environnement;
- les procédures de mesure et d'essais concernant l'assurance de la qualité.

#### 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 876. 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 876 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.

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: 1992, *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique – Partie 1: Généralités*

CEI 50(731): 1991, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 731: Télécommunications par fibres optiques*

CEI 68-1: 1988, *Essais d'environnement – Première partie: Généralités et guide*

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

## FIBRE OPTIC SWITCHES – Part 1: Generic specification

### 1 General

#### 1.1 Scope

This part of IEC 876 applies to fibre optic switches. These have all of the following general features:

- they are passive in that they contain no optoelectronic or other transducing elements;
- they have one or more ports for the transmission of optical power, and have two or more states in which power may be routed or blocked between these ports;
- the ports are optical fibres or optical fibre connectors.

This standard establishes uniform requirements for the following:

- optical, mechanical and environmental properties;
- measurement and test procedures for quality assessment.

#### 1.2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 876. 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 876 are encouraged to apply the most recent editions of the normative documents indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

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: 1992, *Letter symbols to be used in electrical technology – Part 1: General*

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

IEC 68-1: 1988, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*

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

- CEI 68-2-2: 1974, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais – Essais B: Chaleur sèche*
- 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 Sa: Rayonnement solaire artificiel au niveau du sol*
- 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*
- 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 68-2-38: 1974, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais – Essai Z/AD: Essai cyclique composite de température et d'humidité*
- CEI 68-2-42: 1982, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais – Essai Kc: Essai à l'anhydride sulfureux pour contacts et connexions*
- Guide CEI 102: 1989, *Composants électroniques – Structure des spécifications pour l'assurance de la qualité (Homologation et agrément de savoir-faire)*

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

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 68-2-38: 1974, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Z/AD: Composite temperature/humidity cyclic test*

IEC 68-2-42: 1982, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Kc: Sulphur dioxide test for contacts and connections*

Guide IEC 102: 1989, *Electronic components – Specification structures for quality assessment (Qualification approval and capability approval)*

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 – Section 2: Essai au brûleur-aiguille*

CEI 825-2: 1993, *Sécurité des appareils à laser – Partie 2: Sécurité des systèmes de télécommunication pour fibres optiques*

CEI 874-1: 1987, *Connecteurs pour fibres et câbles optiques – Première partie: Spécification générique*

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

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

ISO 370: 1975, *Dimensions tolérancées - Conversion d'inches en millimètres et réciproquement*

ISO 1101: 1983, *Dessins techniques - Tolérancement géométrique - Tolérancement de forme, orientation, position et battement – Généralités, définitions, symboles, indications sur les dessins*

ISO 8601: 1988, *Éléments de données et formats d'échange – Echange d'information – Représentation de la date et de l'heure*

### 1.3 Définitions

Pour les besoins de la présente partie de la CEI 876, les définitions suivantes s'appliquent, ainsi que celles de la CEI 50(731).

1.3.1 **commutateur**: Composant passif comportant une ou plusieurs portes et permettant, au choix, de transmettre, de réacheminer ou de bloquer la puissance optique dans une ligne de transmission par fibre optique.

1.3.2 **porte**: Fibre optique ou connecteur à fibres optiques fixé à un composant passif et permettant l'entrée et/ou la sortie de la puissance optique.

1.3.3 **état de commutateur**: Configuration optique particulière d'un commutateur assurant la transmission ou le blocage de la puissance optique entre des portes spécifiques d'une manière prédéterminée.

1.3.4 **mécanisme de commande**: Moyen physique (mécanique, électrique, acoustique, optique, etc.) permettant le changement d'état d'un commutateur.

1.3.5 **énergie de commande**: Énergie d'entrée nécessaire pour positionner un commutateur dans un état spécifique.

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 – Section 2: Needle-flame test*

IEC 825-2: 1993, *Safety of laser products – Part 2: Safety of optical fibre communication systems*

IEC 874-1: 1987, *Connectors for optical fibres and cables – 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, *Toleranced 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 8601: 1988, *Data elements and interchange formats – Information interchange – Representation of dates and times*

### 1.3 Definitions

For the purposes of this part of IEC 876, the following definitions apply together with those of IEC 50(731).

1.3.1 **switch**: A passive component possessing one or more ports which selectively transmits, redirects or blocks optical power in an optical fibre transmission line.

1.3.2 **port**: An optical fibre or optical fibre connector attached to a passive component for the entry and/or exit of optical power.

1.3.3 **switch state**: A particular optical configuration of a switch, whereby optical power is transmitted or blocked between specific ports in a predetermined manner.

1.3.4 **actuation mechanism**: The physical means (mechanical, electrical, acoustic, optical, etc.) by which a switch is designed to change between states.

1.3.5 **actuation energy**: The input energy required to place a switch in a specific state.

**1.3.6 matrice de transfert:** Les caractéristiques optiques d'un commutateur à fibres optiques peuvent être définies en termes d'une matrice de coefficient  $n \times n$  ( $n$  est le nombre de portes). La matrice  $T$  représente les chemins commutés (plus mauvais cas de transmission), et la matrice  $T^\circ$  les chemins non commutés (plus mauvais cas d'isolation).

$$T = \begin{bmatrix} t_{11} & t_{12} & \cdot & \cdot & \cdot & t_{1n} \\ t_{21} & & & & & t_{2n} \\ \cdot & & & & & \cdot \\ \cdot & & & t_{ij} & & \cdot \\ \cdot & & & & & \cdot \\ t_{n1} & & & & & t_{nn} \end{bmatrix}$$

$$T^\circ = \begin{bmatrix} t^\circ_{11} & t^\circ_{12} & \cdot & \cdot & \cdot & t^\circ_{1n} \\ t^\circ_{21} & & & & & t^\circ_{2n} \\ \cdot & & & & & \cdot \\ \cdot & & & t^\circ_{ij} & & \cdot \\ \cdot & & & & & \cdot \\ t^\circ_{n1} & & & & & t^\circ_{nn} \end{bmatrix}$$

**1.3.7 coefficient de transfert:** Élément  $t_{ij}$  ou  $t^\circ_{ij}$  de la matrice de transfert.

Chaque coefficient  $t_{ij}$  est la fraction de puissance transférée dans le cas le plus mauvais (fraction minimale) de la porte  $i$  vers la porte  $j$  pour n'importe quel état, avec le chemin  $ij$  commuté. Chaque coefficient  $t^\circ_{ij}$  est la fraction de puissance transférée dans le pire cas (fraction maximale) de la porte  $i$  vers la porte  $j$  pour n'importe quel état, avec le chemin  $ij$  non commuté.

**1.3.8 matrice de transfert logarithmique:** En général, la matrice de transfert logarithmique se présente sous la forme suivante:

$$A = \begin{matrix} & \begin{matrix} 1 & 2 & \cdot & \cdot & \cdot & n \end{matrix} \\ \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ \cdot \\ \cdot \\ n \end{matrix} & \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdot & \cdot & \cdot & a_{1n} \\ a_{21} & & & & & \\ \cdot & & & & & \\ \cdot & & & a_{ij} & & \\ a_{n1} & & & & & a_{nn} \end{bmatrix} \end{matrix}$$

dans laquelle  $a_{ij}$  est la réduction de puissance optique en décibels sortant de la porte  $j$  avec une puissance unitaire dans la porte  $i$ , c'est-à-dire:

$$a_{ij} = -10 \log t_{ij}$$

équation dans laquelle  $t_{ij}$  est le coefficient de la matrice de transfert.

De même, pour l'état non commuté,  $a^\circ_{ij} = 10 \log t^\circ_{ij}$ .

**1.3.6 transfer matrix:** The optical properties of a fibre optic switch can be defined in a  $n \times n$  matrix of coefficient ( $n$  is the number of ports). The  $T$  matrix represents the on-state paths (worst-case transmission), and the  $T^\circ$  matrix represents the off-state paths (worst-case isolation).

$$T = \begin{bmatrix} t_{11} & t_{12} & \cdot & \cdot & \cdot & t_{1n} \\ t_{21} & & & & & t_{2n} \\ \cdot & & & t_{ij} & & \cdot \\ \cdot & & & & & \cdot \\ t_{n1} & & & & & t_{nn} \end{bmatrix}$$

$$T^\circ = \begin{bmatrix} t^\circ_{11} & t^\circ_{12} & \cdot & \cdot & \cdot & t^\circ_{1n} \\ t^\circ_{21} & & & & & t^\circ_{2n} \\ \cdot & & & t^\circ_{ij} & & \cdot \\ \cdot & & & & & \cdot \\ t^\circ_{n1} & & & & & t^\circ_{nn} \end{bmatrix}$$

**1.3.7 transfer coefficient:** An element  $t_{ij}$  or  $t^\circ_{ij}$  of the transfer matrix.

Each coefficient  $t_{ij}$  is the worst-case (minimum) fraction of power transferred from port  $i$  to port  $j$  for any state with path  $ij$  switched on. Each coefficient  $t^\circ_{ij}$  is the worst-case (maximum) fraction of power transferred from port  $i$  to port  $j$  for any state with path  $ij$  switched off.

**1.3.8 logarithmic transfer matrix:** In general, the logarithmic transfer matrix is:

$$A = \begin{matrix} & \begin{matrix} 1 & 2 & \cdot & \cdot & \cdot & n \end{matrix} \\ \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ \cdot \\ \cdot \\ n \end{matrix} & \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdot & \cdot & \cdot & a_{1n} \\ a_{21} & & & & & \\ \cdot & & & a_{ij} & & \\ \cdot & & & & & \\ a_{n1} & & & & & a_{nn} \end{bmatrix} \end{matrix}$$

where  $a_{ij}$  is the optical power reduction in decibels out of port  $j$  with unit power into port  $i$ , i.e.

$$a_{ij} = -10 \log t_{ij}$$

where  $t_{ij}$  is the transfer matrix coefficient.

Similarly, for the off state  $a^\circ_{ij} = 10 \log t^\circ_{ij}$ .

**1.3.9 perte d'insertion:** Élément  $a_{ij}$  (où  $i \neq j$ ) de la matrice de transfert logarithmique. C'est la réduction de puissance optique entre les portes d'entrée et de sortie d'un composant passif, exprimée en décibels. Elle est définie par l'équation suivante:

$$IL = -10 \log (P_1/P_0)$$

dans laquelle  $P_0$  est la puissance optique injectée dans la porte d'entrée, et  $P_1$  la puissance reçue de la porte de sortie. Les valeurs de la perte d'insertion dépendent de l'état du commutateur.

**1.3.10 puissance réfléchie – facteur de réflexion:** Élément  $a_{ij}$  (où  $i = j$ ) de la matrice de transfert logarithmique. C'est la fraction de puissance d'entrée qui est renvoyée par la porte d'entrée d'un composant passif. Elle est définie par l'équation suivante:

$$RL = -10 \log (P_1/P_0)$$

dans laquelle  $P_0$  est la puissance optique injectée dans la porte d'entrée, et  $P_1$  la puissance optique reçue en retour de cette même porte.

Les valeurs de la puissance réfléchie dépendent de l'état du commutateur.

**1.3.11 isolation:** Valeur de la perte d'insertion entre deux portes isolées.

**1.3.12 longueur d'onde utilisable:** Longueur d'onde nominale pour laquelle un composant passif a été conçu pour fonctionner.

**1.3.13 plage de longueurs d'ondes - bande passante:** Plage de longueurs d'ondes spécifiée autour d'une longueur d'onde nominale à l'intérieur de laquelle un composant passif a été conçu pour fonctionner.

**1.3.14 portes conductrices:** Deux portes entre lesquelles la perte d'insertion est nominale nulle pour un composant passif.

**1.3.15 portes isolées:** Deux portes entre lesquelles la perte d'insertion est nominale infinie pour un composant passif.

**1.3.16 rapport d'extinction:** Différence de perte d'insertion entre deux portes d'un commutateur à l'état conducteur et à l'état non conducteur. Ce rapport est défini par l'équation suivante:

$$ER_{ij} = a_{ij} - a^{\circ}_{ij}$$

**1.3.17 commutateur à verrouillage:** Commutateur qui maintient un changement d'état lorsque l'énergie de commande ayant entraîné ce changement est enlevée.

**1.3.18 commutateur sans verrouillage:** Commutateur qui retourne à l'état précédent lorsque l'énergie de commande ayant entraîné un changement est enlevée.

**1.3.19 temps de commutation:** Temps nécessaire au commutateur pour sélectionner ou désélectionner le chemin  $ij$  à partir d'un état initial particulier, mesuré à partir du moment où l'énergie de commande est appliquée ou enlevée.

**1.3.9 insertion loss:** An element  $a_{ij}$  (where  $i \neq j$ ) of the logarithmic transfer matrix. It is the reduction in optical power between an input and output port of a passive component expressed in decibels. It is defined as:

$$IL = -10 \log (P_1/P_0)$$

where  $P_0$  is the optical power launched into the input port, and  $P_1$  is the optical power received from the output port. The insertion loss values depend on the state of the switch.

**1.3.10 return loss – reflection loss – reflectance:** An element  $a_{ij}$  (where  $i = j$ ) of the logarithmic transfer matrix. It is the fraction of input power that is returned from the input port of a passive component. It is defined as:

$$RL = -10 \log (P_1/P_0)$$

where  $P_0$  is the optical power launched into the input port, and  $P_1$  the optical power received back from the same port.

The return loss values depend on the state of the switch.

**1.3.11 isolation:** The value of insertion loss between two isolated ports.

**1.3.12 operating wavelength:** A nominal wavelength at which a passive component is designed to operate.

**1.3.13 operating wavelength range – band pass:** The specified range of wavelength about a nominal operating wavelength within which a passive component is designed to operate.

**1.3.14 conducting ports:** Two ports between which the insertion loss is nominally zero for a passive component.

**1.3.15 isolated ports:** Two ports between which the insertion loss is nominally infinite for a passive component.

**1.3.16 extinction ratio:** The difference in insertion loss between two ports in the conducting and non-conducting states of a switch. This is defined as follows:

$$ER_{ij} = a_{ij} - a^{\circ}_{ij}$$

**1.3.17 latching switch:** A switch that maintains a change of state when the actuation energy which initiated the change is removed.

**1.3.18 non-latching switch:** A switch that reverts to the former state when the actuation energy which initiated a change is removed.

**1.3.19 switching time:** The elapsed time it takes the switch to turn path  $ij$  on or off from a particular initial state, measured from the time the actuation energy is applied or removed.

1.3.20 **temps de rebondissement:** Temps nécessaire à la perte d'insertion entre deux portes spécifiées d'un commutateur pour atteindre sa valeur d'équilibre et s'y maintenir (0,5 dB) à partir du moment où elle atteint la plage de 0,5 dB autour de la valeur d'équilibre.

1.3.21 **matrice du temps de commutation:**

$$S = \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} & \cdot & \cdot & \cdot & S_{1n} \\ S_{21} & & & & & S_{2n} \\ \cdot & & & & & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & S_{ij} & \cdot & \cdot \\ \cdot & & & & & \cdot \\ S_{n1} & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & S_{nn} \end{bmatrix}$$

Matrice de coefficients dans laquelle chaque coefficient  $S_{ij}$  correspond au temps de commutation le plus long pour sélectionner ou désélectionner le chemin  $ij$  à partir de n'importe quel état initial.

1.3.22 **jeu de connecteurs à fibres optiques:** Jeu complet de connecteurs nécessaires pour réaliser l'accouplement démontable de deux ou plusieurs fibres optiques.

1.3.23 **jeu de connecteurs de référence:** Jeu de connecteurs fabriqué ou choisi avec précision, et d'un type particulier, utilisé pour effectuer des mesures. Il peut se présenter sous la forme d'un montage de précision faisant partie de l'équipement d'essai. Les caractéristiques et le critère de sélection doivent être donnés dans la spécification particulière.

## 2 Exigences

Les exigences applicables aux commutateurs traités dans le présent article ont pour but de faciliter la classification d'un commutateur dans une spécification particulière.

### 2.1 Classification

Les commutateurs sont classés en fonction des critères suivants:

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

Type	commutateur à commande électrique 2x2
Modèle	- configuration B - fibre ALA type CEI - connecteur F-SMA
Variante	méthodes de montage
Catégorie climatique	55/125/21
Niveau d'assurance de la qualité	A

Figure 1 – Exemple de classification type d'un commutateur

1.3.20 **bounce time:** The elapsed time for the insertion loss between two specified ports of a switch to reach and remain within 0,5 dB of its steady-state value from when it initially reaches within 0,5 dB of the steady-state value.

1.3.21 **switching time matrix:**

$$S = \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} & \cdot & \cdot & \cdot & S_{1n} \\ S_{21} & & & & & S_{2n} \\ \cdot & & & & & \cdot \\ \cdot & & & S_{ij} & & \cdot \\ \cdot & & & & & \cdot \\ S_{n1} & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & S_{nn} \end{bmatrix}$$

A matrix of coefficients in which each coefficient  $S_{ij}$  is the longest switching time to turn path  $ij$  on or off from any initial state.

1.3.22 **fibre optic connector set:** The complete assembly of connector components required to provide demountable coupling between two or more optical fibres.

1.3.23 **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 detail specification.

## 2 Requirements

The requirements for switches covered by this clause are intended to aid in classifying a switch in a detail specification.

### 2.1 Classification

Switches are classified by the following categories:

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

Type	2x2 electrically actuated switch
Style	- configuration B - IEC type ALA fibre - F-SMA connector
Variant	means of mounting
Climatic category	55/125/21
Assessment level	A

Figure 1 – Example of a typical switch classification

2.1.1 Type

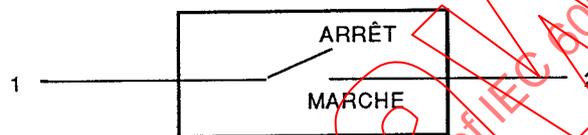
Les commutateurs sont classés par types en fonction de leur mécanisme de commande et de leur topologie (fonction de commutation optique).

Il existe un nombre pratiquement infini de topologies possibles. Chaque topologie est illustrée par un schéma et définie par une matrice de transfert unique.

Les topologies suivantes ne concernent que les dispositifs couramment utilisés de nos jours, dans l'industrie. Les schémas qui suivent ne correspondent pas nécessairement à la représentation physique du commutateur et de ses portes.

NOTE – Les exemples suivants ne s'appliquent qu'à des commutateurs unidirectionnels, pour lesquels  $t_{ij} = t_{ji}$ . Pour les commutateurs bidirectionnels,  $t_{ij} = t_{ji}$  dans chacune des matrices de transfert ci-dessous.

2.1.1.1 Commutateur unipolaire à une position

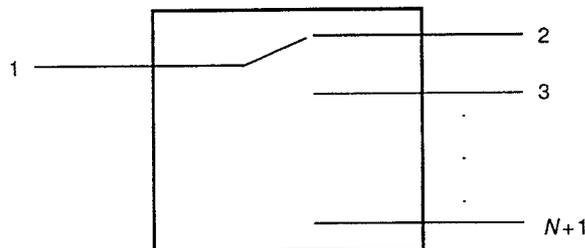


Ce commutateur comporte une porte d'entrée et une porte de sortie. La matrice de transfert pour ce dispositif est la suivante:

$$T = \begin{bmatrix} t_{11} & t_{12} \\ t_{21} & t_{22} \end{bmatrix}$$

Idéalement,  $t_{12}$  est à 1 et les autres coefficients sont à 0 lorsque le commutateur est en marche. Lorsque le commutateur est à l'arrêt, tous les coefficients sont à 0.

2.1.1.2 Commutateur unipolaire à N positions



### 2.1.1 Type

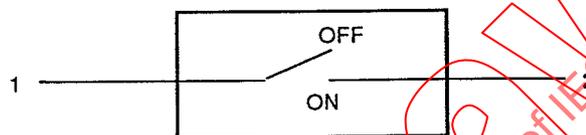
Switches are divided into types by their actuating mechanism and topology (optical switching function).

There are an essentially infinite number of possible topologies. Each topology is illustrated by a schematic diagram and defined by a unique transfer matrix.

The following device topologies include only those which are in common use within industry at present. The schematic diagrams which follow do not necessarily correspond to the physical layout of the switch and its ports.

NOTE – The following examples apply to unidirectional switches only, where  $t_{ij} = t_{ji}$ . For bidirectional switches,  $t_{ij} = t_{ji}$  in each transfer matrix below.

#### 2.1.1.1 Single-pole, single-throw switch

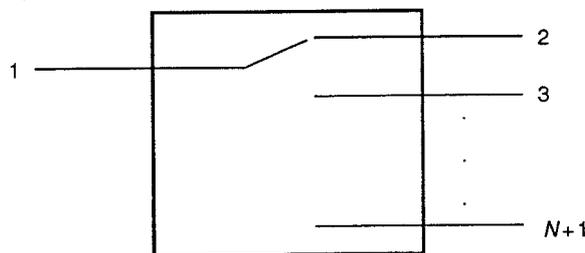


This switch has one input and one output port. The transfer matrix describing the device is:

$$T = \begin{bmatrix} t_{11} & t_{12} \\ t_{21} & t_{22} \end{bmatrix}$$

Ideally,  $t_{12}$  is 1 and the other coefficients are 0 when the switch is on. When the switch is off all coefficients are 0.

#### 2.1.1.2 Single-pole, N-throw switch



Ce commutateur comporte une porte d'entrée et  $N$  portes de sortie. La matrice de transfert pour ce dispositif est la suivante:

$$T = \begin{bmatrix} t_{11} & t_{12} & \cdot & \cdot & \cdot & t_{1N+1} \\ t_{21} & & & & & \\ \cdot & & & & & \\ \cdot & & & t_{ij} & & \\ \cdot & & & & & \\ t_{N+11} & \cdot & & & & t_{N+1 N+1} \end{bmatrix}$$

Idéalement,  $t_{12}$  est à 1 et les autres coefficients sont à 0 pour la première position du commutateur. Pour la  $i$ -ième position générique du commutateur, le coefficient de transfert  $t_{i+1}$  est à 1 et les autres coefficients sont à 0.

2.1.1.3 Commutateur matriciel à  $N$  portes



Ce commutateur comporte  $N$  portes. La matrice de transfert pour ce dispositif est la suivante:

$$T = \begin{bmatrix} t_{11} & t_{12} & \cdot & \cdot & \cdot & t_{1N} \\ t_{21} & & & & & \\ \cdot & & & & & \\ \cdot & & & t_{ij} & & \\ \cdot & & & & & \\ t_{N1} & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & t_{NN} \end{bmatrix}$$

Un commutateur à matrice  $2 \times 2$  est un cas particulier comportant deux portes d'entrée et deux portes de sortie.

This switch has one input port and  $N$  output ports. The transfer matrix describing the device is:

$$T = \begin{bmatrix} t_{11} & t_{12} & \cdot & \cdot & \cdot & t_{1N+1} \\ t_{21} & & & & & \\ \cdot & & & & & \\ \cdot & & & t_{ij} & & \\ \cdot & & & & & \\ t_{N+11} & \cdot & & & & t_{N+1 N+1} \end{bmatrix}$$

Ideally, in the first position of the switch,  $t_{12}$  is 1 and the other coefficients are 0. In the generic  $i$ -th position of the switch, the  $t_{1 i+1}$  transfer coefficient is 1 and the others are 0.

### 2.1.1.3 $N$ -port matrix switch



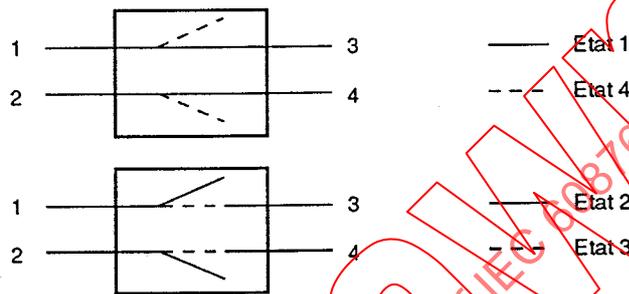
This switch has  $N$  ports. The transfer matrix describing the device is:

$$T = \begin{bmatrix} t_{11} & t_{12} & \cdot & \cdot & \cdot & t_{1N} \\ t_{21} & & & & & \\ \cdot & & & & & \\ \cdot & & & t_{ij} & & \\ \cdot & & & & & \\ t_{N1} & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & t_{NN} \end{bmatrix}$$

A 2 x 2 matrix switch is a particular case with two input and two output ports.

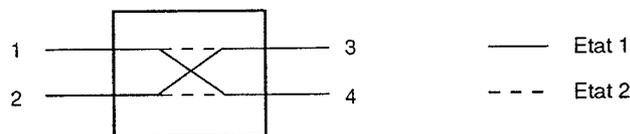
Avec un certain type, on peut avoir quatre positions avec les coefficients de transfert  $t_{14}$  et  $t_{23}$  toujours à zéro alors que  $t_{13}$  et  $t_{24}$  sont à l'état indiqué dans le tableau ci-dessous:

Coefficient de transfert	Etat			
	1	2	3	4
$t_{13}$	1	0	1	0
$t_{24}$	1	1	0	0



Avec un autre type, on a un commutateur de transition ou un commutateur de contournement à quatre portes. Un tel commutateur comporte deux portes d'entrée et deux portes de sortie. Les coefficients de transfert sont indiqués dans le tableau ci-dessous:

Coefficient du transfert	Etat	
	1	2
$t_{13}$	1	0
$t_{24}$	1	0
$t_{14}$	0	1
$t_{23}$	0	1

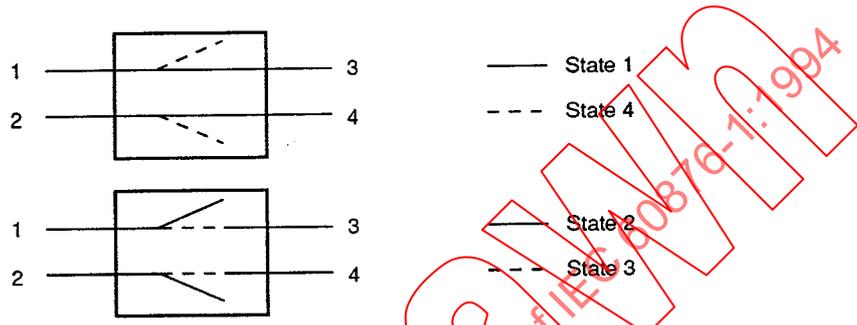


### 2.1.2 Modèle

Les commutateurs peuvent être classés en modèles selon le type de fibres, de connecteur, de câble, ou selon la forme et les dimensions du boîtier et sa configuration.

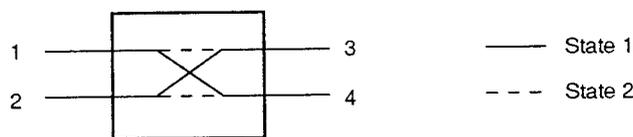
In one type we can have four positions and the transfer coefficients  $t_{14}$  and  $t_{23}$  are always zero while  $t_{13}$  and  $t_{24}$  have the values indicated in the table below:

Transfer coefficient	State			
	1	2	3	4
$t_{13}$	1	0	1	0
$t_{24}$	1	1	0	0



In another type we describe a four-port crossover switch or by-pass switch. This switch has two input and two output ports. The transfer coefficients are indicated in the table below:

Transfer coefficient	State	
	1	2
$t_{13}$	1	0
$t_{24}$	1	0
$t_{14}$	0	1
$t_{23}$	0	1



2.1.2 Style

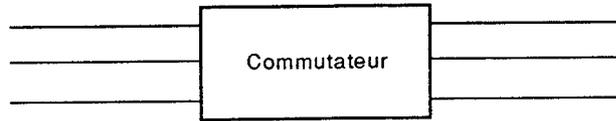
Switches may be classified into styles based upon fibre type, connector type, cable type, housing shape and dimensions, and configuration.

### Configuration

La configuration des portes du commutateur est classée comme suit.

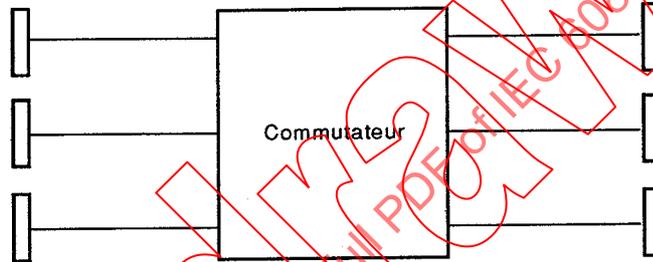
#### Configuration A

Dispositif comportant des fibres amorces intégrées sans connecteurs.



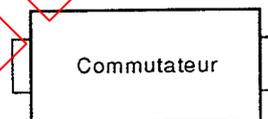
#### Configuration B

Dispositif comportant des fibres amorces intégrées, avec un connecteur sur chaque fibre amorce.



#### Configuration C

Dispositif comportant un connecteur à fibres optiques intégré au boîtier du dispositif.



#### Configuration D

Dispositif combinant certaines caractéristiques d'interface des configurations précédentes.

#### 2.1.3 Variante

Les variantes de commutateur identifient les caractéristiques des composants de structure similaire (voir 3.2).

Certaines des caractéristiques servant à définir une variante sont, entre autres:

- l'orientation des portes sur le boîtier;
- les méthodes de montage.

#### 2.1.4 Catégorie climatique

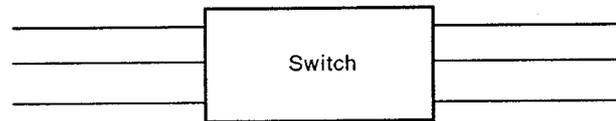
Les commutateurs peuvent être classés par catégorie climatique selon l'annexe A de la CEI 68-1.

**Configuration**

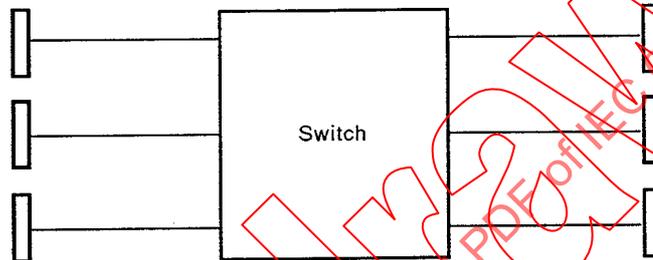
The configuration of the switch ports is classified as follows.

**Configuration A**

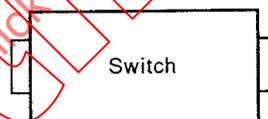
A device containing integral fibre optic pigtails without connectors.

**Configuration B**

A device containing integral fibre optic pigtails, with a connector on each pigtail.

**Configuration C**

A device containing a fibre optic connector as an integral part of the device housing.

**Configuration D**

A device containing some combination of the interfacing features of the preceding configurations.

**2.1.3 Variant**

The switch variant identifies those features which encompass structurally similar components (see 3.2).

Examples of features which define a variant include, but are not limited to the following:

- orientation of ports on housing;
- means for mounting.

**2.1.4 Climatic category**

Switches may be classified by climatic category as defined in appendix A of IEC 68-1.

### 2.1.5 Niveau d'assurance de la qualité

La spécification particulière doit comprendre tous les essais nécessaires pour l'assurance de la qualité. Chaque essai doit être affecté à l'un des quatre groupes désignés par les lettres A, B, C et D.

La spécification particulière doit préciser un ou plusieurs niveaux d'assurance de la qualité, dont chacun doit être désigné par une lettre majuscule. Le niveau d'assurance de la qualité définit la relation entre les niveaux de contrôle et niveaux de qualité acceptables (NQA) des groupes A et B, et les périodicités de contrôle des groupes C et D.

Les niveaux préférentiels sont les suivants.

#### Niveau A d'assurance de la qualité

contrôle du groupe A: niveau de contrôle II, NQA = 4 %

contrôle du groupe B: niveau de contrôle II, NQA = 4 %

contrôle du groupe C: périodicité de 24 mois

contrôle du groupe D: périodicité de 48 mois

#### Niveau B d'assurance de la qualité

contrôle du groupe A: niveau de contrôle II, NQA = 1 %

contrôle du groupe B: niveau de contrôle II, NQA = 1 %

contrôle du groupe C: périodicité de 18 mois

contrôle du groupe D: périodicité de 36 mois

#### Niveau C d'assurance de la qualité

contrôle du groupe A: niveau de contrôle II, NQA = 0,4 %

contrôle du groupe B: niveau de contrôle II, NQA = 0,4 %

contrôle du groupe C: périodicité de 12 mois

contrôle du groupe D: périodicité de 24 mois

Les groupes A et B sont soumis à un contrôle lot par lot; les groupes C et D sont soumis à un contrôle périodique (voir 3.4).

Un niveau d'assurance de la qualité supplémentaire (autre que ceux spécifiés ci-dessus) peut être ajouté dans la spécification particulière. Dans ce cas, la lettre majuscule X doit être utilisée.

## 2.2 Documents

### 2.2.1 Symboles

Les symboles graphiques et littéraux doivent, dans la mesure du possible, être tirés de la CEI 27 et de la CEI 617, à moins qu'elles ne soient annulées et remplacées par la présente spécification.

### 2.2.2 Système de spécifications

La présente norme fait partie d'un système de spécifications de la CEI à trois niveaux (voir Guide 102 de la CEI). Les spécifications subsidiaires doivent être constituées des spécifications particulières cadres et des spécifications particulières. Ce système est décrit dans le tableau 1. Il n'y a pas de spécifications intermédiaires pour les commutateurs.

### 2.1.5 Assessment level

The detail specification shall include all required tests for quality assessment. Each test shall be assigned to one of four groups labelled A, B, C and D.

The detail specification shall specify one or more assessment levels, each of which shall be designated by a capital letter. The assessment level defines the relationship between groups A and B inspection levels/AQL's (Acceptable Quality Level), and groups C and D inspection periods.

The following are preferred levels.

#### 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

Groups A and B are subjected to lot-by-lot inspection; groups C and D are subjected to periodic inspection (see 3.4).

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

## 2.2 Documentation

### 2.2.1 Symbols

Graphical and letter symbols shall, whenever possible, be taken from IEC 27 and IEC 617, unless superseded by this specification.

### 2.2.2 Specification system

This specification is part of a three-level IEC specification system (see IEC Guide 102). Subsidiary specifications shall consist of blank detail specifications and detail specifications. This system is shown in table 1. There are no sectional specifications for switches.

**Tableau 1 – Structure de spécifications CEI à trois niveaux**

Niveau de spécification	Exemples d'informations à inclure dans la spécification	Applicabilité
Spécification de base	Règles du système d'assurance de la qualité Règles de contrôle Méthodes d'essai d'environnement Plans d'échantillonnage Règle d'identification Normes relatives au marquage  Normes dimensionnelles Terminologie Symbole Séries de numéros préférentiels Unités SI	Deux ou plusieurs familles ou sous-familles de composants
Spécification générique	Terminologie spécifique Symboles spécifiques Unités spécifiques Valeurs préférentielles Marquage Procédures d'assurance de la qualité Méthodes d'essais et de mesure Sélection des essais Procédures d'homologation et/ou d'agrément de savoir-faire	Famille de composants
Spécification particulière cadre	Programme d'essai de conformité de la qualité Exigences de contrôle Informations communes à plusieurs types	Groupes de types ayant le même programme d'essai
Spécification particulière	Valeurs individuelles Informations spécifiques Programmes d'essais complets de conformité de la qualité	Type individuel

**2.2.2.1 Spécification particulière cadre**

La spécification particulière cadre énumère tous les paramètres et caractéristiques applicables aux commutateurs, y compris le type, les caractéristiques de fonctionnement, la configuration des boîtiers, les méthodes d'essai et les exigences fonctionnelles. Elle s'applique à tous les types de commutateurs et à toutes les exigences d'assurance de la qualité. Elle indique la forme préférentielle à utiliser pour indiquer les informations requises dans la spécification particulière.

**2.2.2.2 Spécification particulière**

Un commutateur spécifique est décrit dans une spécification particulière correspondante, qui est établie en remplissant les cases de la spécification particulière cadre. Cette dernière peut être remplie par tout comité national de la CEI, permettant ainsi à un type particulier de commutateur de faire l'objet d'une norme officielle de la CEI, dans la limite des contraintes imposées par la présente spécification générique.

Table 1 – Three-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 rule Marking standard  Dimensional standards Terminology Symbol 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 Selection of tests Qualification and/or capability approval procedure	Component family
Blank detail	Quality conformance test schedule Inspection requirements Information common to a number of types	Groups of types having a common test schedule
Detail	Individual values Specific information Completed quality conformance test schedule	Individual type

#### 2.2.2.1 Blank detail specification

The blank detail specification lists all the parameters and features applicable to a switch including the type, operating characteristics, housing configurations, test methods and performance requirements. The blank detail specification is applicable to any switch design and quality assessment requirement. The blank detail specification contains the preferred format for stating the required information in the detail specification.

#### 2.2.2.2 Detail specification

A specific switch is described by a corresponding detail specification, which is prepared by filling in the blanks of the blank detail specification. Within the constraints imposed by this generic specification, the blank detail specification may be filled in by any national committee of the IEC, thereby defining as an official IEC standard a particular switch design.

Les spécifications particulières doivent préciser, le cas échéant:

- le type (voir 2.1.1);
- le modèle (voir 2.1.2);
- la ou les variantes (voir 2.1.3);
- le ou les numéros d'identification de la ou des variantes (voir 2.6.1);
- la catégorie climatique (voir 2.1.4);
- l'ensemble des essais requis (voir 2.1.5 et 3.3);
- le niveau d'assurance de la qualité (voir 2.1.5);
- la procédure d'homologation (voir 3.3);
- les exigences fonctionnelles (voir 2.5).

### 2.2.3 Plans

Les plans et les dimensions figurant dans les spécifications particulières ne doivent pas être limitatifs en ce qui concerne les détails de construction et ne doivent pas être utilisés comme plans de fabrication.

#### 2.2.3.1 Système de projection

Le système de projection premier ou troisième dièdre doit être utilisé pour les plans des documents concernés par la présente spécification. Tous les plans d'un même document doivent utiliser le même système de projection et doivent indiquer le système choisi.

#### 2.2.3.2 Système dimensionnel

Toutes les dimensions doivent être spécifiées conformément à l'ISO 129, l'ISO 286-1 et l'ISO 1101.

Le système métrique doit être utilisé dans les spécifications particulières cadres et les spécifications particulières. Indiquer lorsque l'utilisation des inches peut être faite (générique connecteur).

Les dimensions ne doivent pas comporter plus de cinq chiffres significatifs.

### 2.2.4 Mesures

#### 2.2.4.1 Méthode de mesure

La méthode de mesure à utiliser pour les dimensions doit être précisée dans la spécification particulière pour toutes les dimensions comportant une plage de tolérance totale égale ou inférieure à 0,01 mm (voir annexe A).

#### 2.2.4.2 Composants de référence

Les composants de référence éventuellement utilisés pour les mesures doivent être précisés dans la spécification particulière.

Detail specifications shall specify the following as applicable:

- type (see 2.1.1);
- style (see 2.1.2);
- variant(s) (see 2.1.3);
- variant identification number(s) (see 2.6.1);
- climatic category (see 2.1.4);
- all tests required (see 2.1.5 and 3.3);
- assessment level (see 2.1.5);
- qualification procedure method (see 3.3);
- performance requirements (see 2.5).

### 2.2.3 Drawings

The drawings and dimensions given in detail specifications shall not restrict details of construction, nor shall 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 286-1 and ISO 1101.

The metric system shall be used in blank detail specifications and detail specifications. Note when inches may be used (connector generic).

Dimensions shall not contain more than five significant digits.

### 2.2.4 Measurements

#### 2.2.4.1 Measurement method

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

#### 2.2.4.2 Reference components

Reference components for measurement purposes if required, shall be specified in the detail specification.

### 2.2.4.3 Calibres

Les calibres éventuellement utilisés doivent être précisés dans la spécification particulière.

### 2.2.5 Fiches techniques d'essais

Les fiches techniques d'essais doivent être établies pour chaque essai exécuté conformément à une spécification particulière. Elles doivent être incluses dans le rapport d'homologation (voir 3.3.8) et le rapport de contrôle périodique (voir 3.4.2).

Les fiches techniques doivent comporter au minimum les informations suivantes:

- le titre et la date de l'essai;
- la désignation du spécimen, y compris le numéro d'identification de la variante (voir 2.6.1);
- le matériel d'essai utilisé;
- toutes les informations d'essai nécessaires;
- toutes les valeurs de mesure et les remarques;
- une documentation suffisamment détaillée fournissant des informations pouvant être retrouvées et permettant d'analyser les défaillances (voir 3.3.6 et 3.4.2).

### 2.2.6 Consignes d'utilisation

Des consignes d'utilisation doivent, s'il y a lieu, être données par le constructeur.

## 2.3 Conception et réalisation

### 2.3.1 Matériaux

Les dispositifs doivent être fabriqués à l'aide de matériaux conformes aux exigences de la spécification particulière.

Lorsque des matériaux non inflammables sont requis, cette exigence doit être précisée dans la spécification particulière et référence doit être faite à l'essai au brûleur-aiguille (CEI 695-2-2).

### 2.3.2 Exécution

La fabrication des composants et du matériel associé doit être de qualité uniforme, sans angles vifs, bavures ni autre défaut susceptible d'affecter la durée de vie, l'efficacité ou l'aspect. Une attention particulière doit être apportée à la netteté et à la bonne exécution du marquage, revêtement de surface, soudage, collage, etc.

## 2.4 Qualité

Les commutateurs doivent être contrôlés à l'aide des procédures d'assurance de la qualité de l'article 3. Les procédures de mesure et d'essais de l'article 4 doivent être utilisées, si nécessaire, pour l'assurance de la qualité.

## 2.5 Performances et caractéristiques

Les commutateurs doivent satisfaire aux exigences fonctionnelles précisées dans la spécification particulière.

### 2.2.4.3 Gauges

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

### 2.2.5 Test data sheets

Test data sheets shall be prepared for each test conducted as required by a detail specification. The data sheets shall be included in the qualification report (see 3.3.8) and in the periodic inspection report (see 3.4.2).

Data sheets shall contain the following information as a minimum:

- title of test and date;
- specimen description including the variant identification number (see 2.6.1);
- test equipment used;
- all applicable test details;
- all measurement values and observations;
- sufficiently detailed documentation to provide traceable information for failure analysis (see 3.3.6 and 3.4.2).

### 2.2.6 Instructions for use

Instructions for use, when required, shall be given by the manufacturer.

## 2.3 Design and construction

### 2.3.1 Materials

The devices shall be manufactured of materials which meet the requirements of the detail specification.

When non-flammable materials are required, the requirement shall be specified in the detail specification, and the needle-flame test (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 would affect life, service ability or appearance. Particular attention shall be given to neatness and thoroughness of marking, plating, soldering, bonding, etc.

## 2.4 Quality

Switches shall be controlled by the quality assessment procedures of clause 3. The measurement and test procedures of clause 4 shall be used, as applicable, for quality assessment.

### 2.5 Performance ratings and characteristics

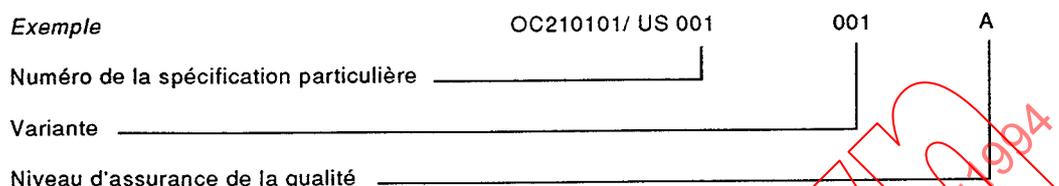
Switches shall meet the performance requirements specified in the detail specification.

## 2.6 Identification et marquage

Les composants, le matériel associé et les emballages de transport doivent être identifiés et marqués de manière permanente et lisible lorsque la spécification particulière l'exige.

### 2.6.1 Numéro d'identification des variantes

Chaque variante précisée dans une spécification particulière doit être affectée d'un numéro d'identification de variante qui doit se présenter sous la forme suivante:



### 2.6.2 Marquage des composants

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

- 1) identification des portes;
- 2) référence du constructeur (comprenant éventuellement le numéro de série);
- 3) marque d'identification ou logo du constructeur;
- 4) date de fabrication;
- 5) numéro d'identification de la variante;
- 6) tout marquage complémentaire exigé par la spécification particulière.

Si l'espace disponible sur le composant ne permet pas la totalité du marquage exigé, chaque composant doit être emballé individuellement avec une fiche d'identification comportant toutes les informations exigées qui ne sont pas marquées sur le composant.

### 2.6.3 Marquage de l'emballage

Plusieurs commutateurs peuvent être emballés ensemble pour le transport.

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

- 1) marque d'identification ou logo du constructeur;
- 2) références du constructeur;
- 3) code de la date de fabrication (année/semaine; voir ISO 8601);
- 4) numéro(s) d'identification de la (des) variante(s) (voir 2.6.1);
- 5) désignations de type (voir 2.1.1);
- 6) niveaux d'assurance de la qualité;
- 7) tout marquage complémentaire exigé par la spécification particulière.

Le cas échéant, les emballages unitaires individuels (à l'intérieur de l'emballage fermé) doivent comporter le numéro de référence du certificat de conformité des lots livrés, le code d'identification de l'usine et l'identification du composant.



### 3 Procédures d'assurance de la qualité

Les procédures d'assurance de la qualité et d'acceptation des composants sont les suivantes:

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

#### 3.1 Etape initiale de fabrication

L'étape initiale de fabrication d'un composant passif à fibres optiques est le premier stade du procédé de fabrication au cours duquel le composant est entièrement défini par la spécification particulière. La sous-traitance de l'étape initiale et des étapes suivantes est autorisée selon les conditions de la CEI QC 001002.

#### 3.2 Composants de structure similaire

Les composants de structure similaire sont des composants pouvant faire l'objet d'une spécification particulière commune pour l'homologation et le contrôle de conformité de la qualité. Dans le cas d'un contrôle par échantillonnage, les commutateurs sont considérés comme étant de structure similaire lorsqu'ils sont:

- produits par un seul constructeur avec essentiellement la même conception, les mêmes matériaux, le même procédé et la même méthode;
- fabriqués de manière que les résultats de tout essai requis effectué sur l'un de ces composants soient également applicables aux autres composants.

Le regroupement spécifique des composants de construction similaire pour les essais d'homologation et de conformité de la qualité doit être approuvé par l'Organisme National de Surveillance (voir CEI QC 001002).

#### 3.3 Procédures d'homologation

Les procédures d'homologation sont précisées dans la présente spécification et dans la spécification particulière.

Les constructeurs doivent se conformer aux exigences générales de l'article 11 de la CEI QC 001002 et doivent fournir les résultats d'essais démontrant le succès des procédures d'essai d'homologation.

Les procédures de 3.3.1 et 3.3.2 constituent des méthodes de remplacement permettant d'effectuer l'homologation selon les prescriptions de 11.3.1 de la CEI QC 001002. La spécification particulière doit préciser la procédure à utiliser.

##### 3.3.1 Procédure d'échantillonnage fixe

La procédure d'échantillonnage fixe consiste à effectuer le programme d'essai d'homologation d'échantillonnage fixe sur un échantillonnage de spécimens, conformément à la spécification particulière. L'échantillonnage doit être prélevé sur la production en cours.

### 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 of a passive fibre optic component is the earliest point in the manufacturing process at which the component is completely defined by the detail specification. Subcontracting of the primary stage and subsequent stages is permitted under the terms of IEC QC 001002.

#### 3.2 Structurally similar components

Structurally similar components are those components that may be grouped together within a common detail specification for the purpose of qualification approval and quality conformance inspection. Switches are considered structurally similar for the purpose of sampling inspection if they are:

- produced by one manufacturer with essentially the same design, materials, process and method;
- constructed such that the results of any required test carried out on one of these components can be regarded as valid for the other components.

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 (refer to IEC QC 001002).

#### 3.3 Qualification approval procedures

Qualification approval procedures are specified herein, and in the detail specification.

Manufacturers shall comply with the general requirements of clause 11 of IEC QC 001002 and 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 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 Procédures de contrôle lot par lot et périodique

Les procédures de contrôle lot par lot et périodique consiste à effectuer des contrôles lot par lot sur un nombre spécifié de lots de contrôle (avec un minimum de trois lots) prélevés sur un intervalle de temps le plus court possible. Les essais périodiques sont ensuite effectués sur des échantillons prélevés sur au moins un des lots. La spécification particulière doit préciser le nombre d'échantillons et la périodicité de cette procédure.

Les échantillons doivent être prélevés sur les lots conformément à la CEI 410. On doit effectuer un contrôle normal sur le nombre d'échantillons, mais lorsque le nombre d'échantillons implique la notion de zéro défaut, il est préférable de prélever des spécimens supplémentaires afin d'obtenir le nombre d'échantillons suffisant pour l'acceptation d'un défaut.

### 3.3.3 Taille de l'échantillon

La taille de l'échantillon pour homologation à l'aide de la procédure d'échantillonnage fixe doit être précisée dans la spécification particulière.

Les spécimens doivent être produits avec le matériel et les procédures utilisés pour la fabrication courante. L'échantillon doit être représentatif de la gamme des dispositifs à homologuer.

Après les essais du groupe «0», les spécimens des autres groupes doivent être sélectionnés au hasard parmi les spécimens du groupe «0».

### 3.3.4 Préparation des spécimens

La spécification particulière ou méthode d'essai concernée doit préciser la manière de préparer et/ou de preconditionner les spécimens pour les essais. Les spécimens doivent être montés selon les consignes du constructeur, lorsque ces consignes existent.

### 3.3.5 Essai d'homologation

Les spécimens d'homologation doivent satisfaire aux exigences fonctionnelles précisées dans la spécification particulière.

### 3.3.6 Défaillances d'homologation

Les constructeurs doivent immédiatement aviser l'Organisme National de Surveillance (ONS) lorsqu'une défaillance se produit au cours de l'essai d'homologation. Si l'ONS considère que la défaillance n'a pas été correctement expliquée et corrigée, le contrôleur en chef du constructeur peut être appelé à réaliser un diagnostic formel. Après ce diagnostic, le constructeur doit établir un rapport d'incident et le soumettre à l'ONS. Les rapports d'incidents doivent décrire la défaillance et sa cause, ainsi que les mesures correctives recommandées. L'ONS doit alors décider de l'action à entreprendre.

Tous les rapports d'incidents, ainsi que les directives de l'ONS, doivent être inclus dans le rapport d'homologation (voir 3.3.8).

Une ou plusieurs défaillances non résolues doivent entraîner le refus d'homologation.

### 3.3.7 Maintien de l'homologation

L'homologation des composants doit être maintenue en soumettant continuellement ceux-ci aux exigences de conformité de la qualité, conformément à 3.4.

### 3.3.2 *Lot-by-lot and periodic procedures*

The lot-by-lot and periodic procedures consists of performing lot-by-lot inspection on a specified number of inspection lots (with 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. The detail specification shall specify the sample size and periodicity for this procedure.

Samples shall be selected from the lots in accordance with IEC 410. Normal inspection for sizes shall be used, but when the sample size implies zero defects, additional specimens shall preferably be taken to meet the sample size requirements for acceptance of one defect.

### 3.3.3 *Sample size*

The sample size for qualification approval by the fixed sample procedure shall be specified in the detail specification.

The specimens shall be units produced with equipment and procedures used in current production. The sample shall be representative of the range of devices for which approval is sought.

Following completion of the group "0" tests, the specimens for the other groups shall be randomly selected from the group "0" specimens.

### 3.3.4 *Preparation of specimens*

The relevant test method or detail specification shall specify how specimens are to be prepared and/or preconditioned for testing. Specimens shall be mounted according to the manufacturer's instructions for use, if applicable.

### 3.3.5 *Qualification testing*

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

### 3.3.6 *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 report (see 3.3.8).

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

### 3.3.7 *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.

L'homologation doit être vérifiée dans l'un des cas suivants:

- le programme de fabrication est tel que les essais périodiques ne peuvent pas être effectués à la fréquence spécifiée;
- la conformité des composants aux exigences de l'homologation initiale est douteuse. Par exemple, des modifications techniques peuvent éventuellement modifier les caractéristiques du composant;
- la spécification a été modifiée.

L'homologation doit être vérifiée à l'aide des procédures définies en 11.5.3 et 11.5.4 de la CEI QC 001002.

### 3.3.8 *Rapport d'homologation*

Les résultats de l'essai d'homologation doivent être notés sur un rapport d'homologation, conformément à 11.3 de la CEI QC 001002.

### 3.4 *Contrôle de conformité de la qualité*

Le contrôle de conformité de la qualité consiste à effectuer les contrôles lot par lot et périodiques précisés dans la présente spécification et dans la spécification particulière.

Les constructeurs doivent satisfaire aux exigences générales des règles et procédures régissant le contrôle de conformité de la qualité des composants, conformément à 12.3 de la CEI QC 001002.

Les programmes de contrôle lot par lot et périodique doivent spécifier les regroupements et doivent être établis conformément à 12.3 de la CEI QC 001002.

#### 3.4.1 *Contrôle lot par lot*

Le contrôle lot par lot consiste à soumettre un échantillonnage de spécimens aux essais du groupe A et du groupe B précisés dans la spécification particulière.

Les spécimens doivent être prélevés sur chaque lot de contrôle conformément au plan d'échantillonnage spécifié. Ils doivent être prélevés au hasard sur la production courante.

##### 3.4.1.1 *Constitution des lots de contrôle*

Un lot de contrôle peut être constitué d'un lot de fabrication ou de plusieurs lots ayant été regroupés en respectant les conditions suivantes:

- les lots de contrôle doivent être constitués de lots de structure similaire (voir 3.2);
- la période de regroupement des lots de fabrication ne doit pas être supérieure à un mois.

Le plan de regroupement des lots de fabrication en lots de contrôle doit être approuvé par l'Organisme National de Surveillance.

##### 3.4.1.2 *Lots refusés*

Les spécimens trouvés défectueux lors de l'essai lot par lot doivent être traités conformément à 12.4.1 de la CEI QC 001002. Les lots refusés peuvent être retouchés afin de corriger les défauts ou de les écarter. Le lot retouché doit être soumis à un nouveau contrôle renforcé. Il doit être séparé des nouveaux lots et être clairement identifié comme ayant subi un deuxième contrôle.

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

- the production programme 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.

### 3.3.8 *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 in accordance with 12.3 of IEC QC 001002.

Lot-by-lot and periodic inspection schedules shall specify the groupings and 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 group 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 from current production.

##### 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 to be defective during lot-by-lot testing shall be treated in accordance with 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 échantillonnage de spécimens aux essais du groupe C et du groupe D précisés dans la spécification particulière. Chaque contrôle doit être effectué en respectant la périodicité spécifiée en vue d'atteindre le niveau d'assurance de la qualité requis (voir 2.1.5). Les périodicités doivent être respectées entre elles de telle manière que le contrôle du groupe D remplace le contrôle du groupe C lorsque la périodicité du groupe D est atteinte.

Les spécimens pour contrôle périodique doivent satisfaire aux exigences fonctionnelles précisées dans la spécification particulière.

#### 3.4.2.1 *Taille de l'échantillon*

La taille de l'échantillon pour le contrôle périodique doit être précisée dans la spécification particulière.

Les spécimens doivent être représentatifs de la gamme des dispositifs à contrôler. Ils doivent être prélevés sur les lots de contrôle ayant satisfait aux contrôles lot par lot de 3.4.1 pendant la durée écoulée depuis le contrôle périodique précédent.

Après les essais du groupe «C0» ou «D0», les spécimens des autres groupes doivent être sélectionnés au hasard parmi les spécimens du groupe «C0» ou «D0».

#### 3.4.2.2 *Défaillances du contrôle périodique*

Les défaillances doivent être traitées conformément aux procédures de 3.3.6.

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

Une ou plusieurs défaillances non résolues doivent entraîner le retrait de l'homologation.

#### 3.4.2.3 *Rapport de contrôle périodique*

Les résultats du contrôle périodique doivent être conservés conformément aux exigences de 12.4.2 de la CEI QC 001002.

### 3.5 *Certificat de conformité des lots livrés*

Les spécifications particulières doivent préciser la nécessité d'établir un certificat de conformité des lots livrés. Lorsqu'un tel certificat est nécessaire, il doit être établi conformément à l'article 14 de la CEI QC 001002 et doit contenir au minimum les informations suivantes:

- informations sur les attributs (c'est-à-dire nombre de composants contrôlés et nombre de composants défectueux) pour les essais des sous-groupes concernés par le contrôle périodique, sans référence au paramètre responsable du refus;
- informations sur les variables portant sur la modification d'un paramètre de fonctionnement optique après un essai d'environnement.

### 3.4.2 *Periodic inspection*

Periodic inspection consists of subjecting a sample of specimens to the group C and D tests specified in the detail specification. Each group shall be conducted at the period specified for the relevant assessment level (see 2.1.5). 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.

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

#### 3.4.2.1 *Sample size*

The sample size for periodic inspection shall be specified in the detail specification.

The specimens shall be representative of the range of devices 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 "C0" or "D0" tests, the specimens for the other groups shall be randomly selected from the group "C0" or "D0" specimens.

#### 3.4.2.2 *Periodic inspection failures*

Failures shall be treated according to the procedures of 3.3.6.

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.

#### 3.4.2.3 *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 record of released lots*

The 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 subgroups covered by periodic inspection, without reference to the parameter for which rejection was made;
- variable information for the change of any optical performance parameter after any environmental test.

### 3.6 *Livraisons différées*

Les composants acceptés qui ont été stockés pendant une période supérieure à deux ans après l'acceptation du lot doivent être contrôlés de nouveau avant livraison. La procédure utilisée pour ce nouveau contrôle doit être recommandée par le constructeur et approuvée par l'Organisme National de Surveillance. Les produits soumis à ce nouveau contrôle peuvent être alors restockés pour une autre période déterminée.

### 3.7 *Acceptation de livraison avant achèvement des essais du groupe B*

Lorsque les conditions de la CEI 410 permettant de passer au contrôle réduit ont été remplies pour tous les essais du groupe B, le constructeur est autorisé à livrer des composants avant l'achèvement de ces essais.

### 3.8 *Autres méthodes d'essai*

D'autres méthodes d'essai peuvent être utilisées en remplacement de celles précisées dans la spécification particulière. Toutefois, le constructeur doit certifier à l'Organisme National de Surveillance que la méthode de remplacement donnera des résultats équivalents à ceux obtenus en utilisant les méthodes spécifiées. En cas de litige, seule la méthode d'essai précisée dans la spécification particulière doit être utilisée.

### 3.9 *Paramètres non vérifiés*

Seuls les paramètres des composants qui ont été précisés dans une spécification particulière et qui ont fait l'objet d'essais peuvent être censés respecter les limites prescrites. Il convient de ne pas présumer que les paramètres non spécifiés restent uniformes et inchangés d'un composant à l'autre. S'il s'avère nécessaire de contrôler des paramètres autres que ceux spécifiés, une nouvelle spécification plus détaillée doit alors être rédigée et utilisée. La ou les méthodes d'essais complémentaires doivent être décrites, et les limitations de performances et niveaux d'assurance de la qualité correspondants doivent être indiqués.

## 4 **Procédures de mesures et d'essais d'environnement**

### 4.1 *Conditions normalisées*

Les conditions atmosphériques normalisées décrites dans la CEI 68-1 sont applicables, y compris la reprise des spécimens. La spécification particulière doit préciser les procédures de préconditionnement et de reprise.

### 4.2 *Nettoyage des surfaces optiques*

Le nettoyage des surfaces optiques est autorisé pendant les procédures de préconditionnement et de reprise, sauf indication contraire dans la spécification particulière. Le nettoyage doit être effectué conformément aux exigences des consignes d'utilisation (voir 2.2.6).

### 4.3 *Procédures de mesures*

Les procédures de mesures à utiliser pour l'assurance de la qualité doivent être choisies dans le tableau 2.

### 3.6 *Delayed deliveries*

Released components which have been in storage for a period longer than two years 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 products may be placed back into stores for another specified period.

### 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 detail 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 detail specification shall be used.

### 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.

## 4 **Measurement and environmental test procedures**

### 4.1 *Standard conditions*

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

### 4.2 *Cleaning of optical surfaces*

Cleaning of 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 of any instructions for use (see 2.2.6).

### 4.3 *Measurement procedures*

The measurement procedures to be used for quality assessment shall be selected from table 2.

**Tableau 2 – Liste des procédures de mesures**

Procédure	Paragraphe
Inspection visuelle	4.3.1
Dimensions et masses	4.3.2
Examen du produit	4.3.3
Perte d'insertion	4.3.4
Puissance réfléchie	4.3.5
Dépendance par rapport à la longueur d'onde	4.3.6
Dépendance par rapport à la polarisation	4.3.7
Dépendance modale	4.3.8
Variation du facteur de transmission	4.3.9
Puissance absorbée maximale	4.3.10
Temps de commutation et de rebondissement	4.3.11
Répétabilité	4.3.12
Stabilité de contrôle	4.3.13

#### 4.3.1 *Inspection visuelle*

##### 4.3.1.1 *But*

Cette procédure a pour but de s'assurer que le spécimen est conforme aux exigences de conception, de fabrication et de marquage de la spécification particulière.

##### 4.3.1.2 *Description générale*

Le spécimen est contrôlé afin de s'assurer qu'il est fabriqué conformément à la spécification particulière, que l'exécution est satisfaisante et que le marquage est correct.

##### 4.3.1.3 *Appareillage*

Selon besoin.

##### 4.3.1.4 *Procédure*

- a) Préconditionner le spécimen comme spécifié.
- b) Examiner visuellement le spécimen afin de s'assurer qu'il est conforme aux exigences spécifiées.
- c) Effectuer la procédure de reprise spécifiée.

##### 4.3.1.5 *Exigences*

- La configuration, éventuellement le type de connecteur, l'orientation des portes, etc., doivent être conformes à la spécification particulière.
- L'exécution doit être conforme à 2.3.2.
- Le marquage doit être conforme aux exigences de la spécification particulière.

**Table 2 – List of measurement procedures**

Procedure	Subclause
Visual inspection	4.3.1
Dimensions and mass	4.3.2
Examination of product	4.3.3
Insertion loss	4.3.4
Return loss	4.3.5
Wavelength dependence	4.3.6
Polarization dependence	4.3.7
Modal dependence	4.3.8
Change in transmittance	4.3.9
Maximum input power	4.3.10
Switching time and bounce time	4.3.11
Repeatability	4.3.12
Control stability	4.3.13

#### 4.3.1 *Visual inspection*

##### 4.3.1.1 *Purpose*

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

##### 4.3.1.2 *General description*

The specimen is examined to ensure that it is constructed as described in the detail specification, that the workmanship is satisfactory and that the marking is correct.

##### 4.3.1.3 *Apparatus*

As required.

##### 4.3.1.4 *Procedure*

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

##### 4.3.1.5 *Requirements*

- The configuration, the connector type if any, the orientation of the ports, etc., shall be as specified in the detail specification.
- Workmanship shall be in accordance with 2.3.2.
- Marking shall be in accordance with the requirements of the detail specification.

#### 4.3.1.6 *Détails à spécifier*

Les détails suivants, si applicables, doivent être précisés dans la spécification particulière:

- type de commutateur et configuration;
- dimensions du boîtier;
- marquage;
- procédure de préconditionnement;
- procédure de reprise;
- écarts par rapport à la procédure normalisée.

#### 4.3.2 *Dimensions et masse*

##### 4.3.2.1 *But*

Cette procédure a pour but de s'assurer que les dimensions et la masse du spécimen sont conformes aux exigences de la spécification particulière.

##### 4.3.2.2 *Description générale*

Toutes les dimensions et la masse sont mesurées pour s'assurer qu'elles sont conformes à la spécification particulière.

##### 4.3.2.3 *Appareillage*

Lorsque les méthodes de mesure des dimensions et de la masse sont indiquées dans la spécification particulière (voir 2.2.4), elles doivent être appliquées. Dans le cas contraire, des instruments de mesure appropriés peuvent être utilisés.

##### 4.3.2.4 *Procédure*

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

##### 4.3.2.5 *Exigences*

Toutes les dimensions ainsi que la masse doivent être conformes à la spécification particulière.

##### 4.3.2.6 *Détails à spécifier*

Les détails suivants, si applicables, doivent être précisés dans la spécification particulière:

- dimensions;
- masse;
- méthodes de mesure des dimensions, si nécessaire (voir 2.2.4);
- méthode de mesure de la masse;
- procédure de préconditionnement;
- procédure de reprise;
- écarts par rapport à la procédure normalisée.

#### 4.3.1.6 *Details to be specified*

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

- switch type and configuration;
- housing dimensions;
- marking;
- pre-conditioning procedure;
- recovery procedure;
- deviations from standard test procedure.

#### 4.3.2 *Dimensions and mass*

##### 4.3.2.1 *Purpose*

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

##### 4.3.2.2 *General description*

All size dimensions and mass are measured for conformance to the detail specification.

##### 4.3.2.3 *Apparatus*

When a size measurement method is specified in the detail specification (see 2.2.4), the method shall be used. Otherwise, appropriate measuring instruments may be used.

##### 4.3.2.4 *Procedure*

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

##### 4.3.2.5 *Requirements*

All size dimensions and mass shall be in accordance with the detail specification.

##### 4.3.2.6 *Details to be specified*

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

- dimensions;
- mass;
- size measurement methods, if required (see 2.2.4);
- mass measurement method;
- pre-conditioning procedure;
- recovery procedure;
- deviations from standard test procedure.

### 4.3.3 Examen du produit

#### 4.3.3.1 But

Cette procédure a pour but de contrôler un spécimen afin de s'assurer qu'il n'a pas été affecté par un essai d'environnement.

#### 4.3.3.2 Description générale

Le spécimen est contrôlé visuellement avant et après l'essai d'environnement.

#### 4.3.3.3 Appareillage

Des instruments optiques peuvent être utilisés selon le cas. Le grossissement maximal autorisé est de cinq.

#### 4.3.3.4 Procédure

- a) Contrôler visuellement le spécimen avant l'essai d'environnement.
- b) Renouveler le contrôle lors de la ou des mesures spécifiées pendant et/ou après l'essai d'environnement.

#### 4.3.3.5 Exigences

Le spécimen ne doit pas présenter de parties brisées, desserrées, déformées ou déplacées, ni de criques, de copeaux ou toute autre détérioration susceptible d'affecter le fonctionnement normal.

Le marquage doit être lisible.

#### 4.3.3.6 Détails à spécifier

Les détails suivants, si applicables, doivent être précisés dans la spécification particulière:

- périodicité(s) des contrôles;
- écarts par rapport à la procédure normalisée.

### 4.3.4 Perte d'insertion

#### 4.3.4.1 But

Cette procédure a pour but de mesurer la perte d'insertion d'un commutateur. L'essai consiste à mesurer le coefficient pertinent de la matrice de transfert logarithmique. La mesure permet de définir les coefficients des deux matrices: chemins à l'état commuté et chemins à l'état non commuté.

#### 4.3.4.2 Description générale

Plusieurs méthodes peuvent être utilisées pour mesurer la perte d'insertion. Toutefois, le principe de base est le même pour chaque méthode. En un premier temps, la quantité de puissance optique utile pouvant être transmise par une fibre optique est mesurée avec le commutateur déposé. Dans un deuxième temps, le commutateur est installé et la puissance est à nouveau mesurée. La perte d'insertion correspond à la réduction de la quantité de puissance optique transmise. Elle s'exprime sous la forme d'un rapport en décibels (dB). La spécification particulière exigera que la perte d'insertion nominale et la perte d'insertion mesurée soient égales, dans les limites de tolérance indiquées.

### 4.3.3 Examination of product

#### 4.3.3.1 Purpose

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

#### 4.3.3.2 General description

The specimen is visually examined before and after the environmental test.

#### 4.3.3.3 Apparatus

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

#### 4.3.3.4 Procedure

- a) Visually inspect the specimen before the environmental test.
- b) Repeat the inspection at the measurement time(s) specified during and/or after the environmental test.

#### 4.3.3.5 Requirements

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

Marking shall be legible.

#### 4.3.3.6 Details to be specified

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

- inspection time(s);
- deviations from standard test procedure.

### 4.3.4 Insertion loss

#### 4.3.4.1 Purpose

The purpose of this procedure is to measure the insertion loss of a switch. The test consists of measuring the pertinent coefficient of the logarithmic transfer matrix. The measurement will permit the definition of the coefficients of the two matrices: on-state paths, off-state paths.

#### 4.3.4.2 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 be transmitted through a fibre optic link is measured without the switch installed. Then the switch is inserted into the link and the 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). The detail specification will require the nominal and measured insertion loss to be equal, within a specified tolerance.

Dans le cas d'un commutateur bidirectionnel, la spécification particulière peut exiger que les mesures soient effectuées dans les deux sens. Dans ce cas, on obtiendra deux valeurs du paramètre.

Trois méthodes d'essais différentes sont spécifiées. Ces méthodes sont résumées à la figure 2:

Numéro de la méthode	Description	Schémas	Configuration(s) applicables(s)
1	<p><i>Méthode de la fibre coupée</i> Plus précis, mais destruction partielle des commutateurs</p>		A
2	<p><i>Méthode de substitution</i> Variante de la méthode 1. Non destructive mais requiert une fibre de référence. Généralement moins précise</p>		A
3	<p><i>Méthode d'insertion</i> Seule option pour un commutateur doté de connecteurs intégrés ou sur fibre-amorce. La précision est limitée par la qualité du connecteur</p>		B, C

Figure 2 – Méthodes de mesure de la perte d'insertion

4.3.4.3 Conditions d'injection

Dans une large mesure, la perte d'insertion d'un commutateur multimode dépend fréquemment de la répartition de la puissance modale injectée dans la porte d'entrée. Afin d'obtenir des mesures répétitives, il faut utiliser des conditions normalisées d'injection clairement définies et qui peuvent être facilement reproduites de façon précise.

For a switch designed to operate bidirectionally, measurements may be required by the detail specification to be carried out in both directions. In this case, two values of the parameter will be obtained.

Three separate test methods are specified. These are summarized in the following figure 2:

Method number	Description	Schematic	Applicable configuration(s)
1	<p><i>Cut-back method</i> Most precise, but partially destructive to switches</p>		A
2	<p><i>Substitution method</i> Alternative to method 1. Non-destructive but requires reference fibre, and is generally less precise</p>		A
3	<p><i>Insertion method</i> Only option for switches with integral or attached connectors. Precision is limited by connector quality</p>		B, C

Figure 2 – Insertion loss measurement methods

4.3.4.3 Launch conditions

The insertion loss of a multimode switch frequently depends, to a significant extent, on the modal power distribution launched into the input port. In order to obtain repeatable measurements, it is necessary to use standard launch conditions which are clearly defined and can be duplicated easily and precisely.

La présente spécification générique précise deux conditions d'injection différentes pour la mesure des dispositifs multimodes. Elles permettent d'obtenir de manière approximative la répartition des modes d'entrée susceptible d'être rencontrée par un commutateur situé dans une fibre optique 1) à proximité de la source et 2) loin en aval de cette source.

*Cas 1:* Des conditions d'injection avec saturation totale peuvent être obtenues, par exemple, en injectant la puissance optique dans la fibre de la porte d'entrée à l'aide d'un système optique permettant d'obtenir une tache de luminance uniforme ayant une taille supérieure au diamètre du cœur de la fibre et un angle de cône supérieur à l'angle d'admission de cette même fibre. Une méthode de remplacement consiste à injecter la puissance optique de la source à travers la fibre de sortie d'un élément d'excitation qui est une fibre à saut d'indice comportant un diamètre de cœur et un angle d'admission supérieurs à ceux de la fibre de la porte d'entrée. Au niveau de la fibre de sortie de l'élément d'excitation, l'angle de cône et le diamètre du cœur doivent être uniformément saturés.

*Cas 2:* Des conditions d'injection permettant d'obtenir approximativement la répartition de modes à l'équilibre peuvent être obtenues, par exemple, en injectant la puissance optique dans la fibre de la porte d'entrée, avec un diamètre de la tache et un angle de cône inférieurs à ceux de la fibre. Les valeurs requises pour la taille de la tache d'injection et celle de l'angle de cône varient d'une fibre à l'autre mais doivent être telles que la répartition de modes dans la fibre de la porte d'entrée ne varie pas en fonction de la longueur. Une méthode de remplacement pour obtenir approximativement la répartition de modes à l'équilibre consiste à utiliser une longueur suffisante d'une fibre identique à celle de la porte d'entrée de l'élément d'excitation. La longueur nécessaire varie d'une fibre à l'autre mais elle doit être telle que la répartition de modes dans la fibre de la porte d'entrée ne varie pas en fonction de la longueur.

Lorsque la sortie de l'élément d'excitation se fait au moyen d'une fibre optique, cette fibre est accouplée bout à bout avec celle de la porte d'entrée à l'aide d'un raccord temporaire ou d'un connecteur. On doit prendre soin de ne pas détériorer la face d'extrémité de la fibre de l'élément d'excitation, ce qui pourrait entraîner des mesures inexactes.

En raison de sa plus grande facilité de mise en oeuvre et de son applicabilité à tous les types de fibres, le cas 1 est préféré au cas 2. Il sera donc utilisé, sauf indication contraire dans la spécification particulière.

La répartition des modes d'entrée rencontrée par un commutateur multimode dans un lien typique peut différer considérablement de celle représentée par l'un ou l'autre des cas d'injection indiqués ci-dessus. Il doit être entendu que ces mesures optiques ne peuvent pas avoir et n'ont pas pour but de donner des résultats qui définissent de façon précise les caractéristiques de transmission d'un commutateur pour toutes les répartitions de modes susceptibles d'être rencontrées dans un lien en fibres optiques.

Pour les commutateurs unimodaux, la longueur d'onde de la source (y compris la largeur spectrale totale) doit être supérieure à la longueur d'onde de coupure de la fibre. Le déploiement et la longueur de la fibre sur la porte d'entrée doivent être tels que tout mode d'ordre supérieur injecté initialement soit atténué de façon suffisante. Pour certains dispositifs, la polarisation de la puissance optique et son orientation peuvent être importantes et, le cas échéant, seront précisées dans la spécification particulière.

Two different launch conditions for measuring multimode devices are specified in this generic specification. They are intended to approximate the input mode distribution which would be encountered by a switch located 1) near the source end, and 2) a long distance downstream from the source in a fibre optic link.

*Case 1:* Fully-filled launch conditions can be achieved, for example, by launching optical power into the input port fibre using a lens system to give a uniform radiance spot with size greater than the core diameter of the fibre and a cone angle greater than the acceptance angle of that fibre. Alternatively, the optical power from the source can be launched through an excitation unit output fibre which is a step index fibre with a larger core diameter and acceptance angle than the corresponding core diameter and acceptance angle of the input port fibre. At the excitation unit output fibre, the cone angle and core diameter shall be uniformly filled.

*Case 2:* Launch conditions, which approximate an equilibrium mode distribution, may be produced, for example, by launching optical power into the input port fibre with a smaller spot diameter and cone angle than the corresponding core diameter and acceptance angle of that fibre. The size of the launch spot and cone angle required will vary from fibre to fibre but shall be such that the modal distribution within the input port fibre does not vary with length. An alternative method of producing an approximation to an equilibrium mode distribution is by using a sufficiently long length of fibre identical to the input port fibre for the excitation unit. The required length will vary from fibre to fibre but shall be such that the modal distribution within the input port fibre does not vary with length.

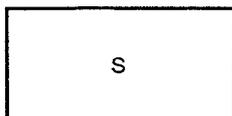
Where the output from the excitation unit is through an optical fibre, this fibre is butt-coupled to the input port fibre using a temporary joint or connector. Care shall be taken not to damage the end-face of the excitation unit fibre, which can cause inaccurate measurements.

Due to its greater ease of implementation and applicability to all fibre types, case 1 is preferred to case 2. Case 1 will be used unless otherwise indicated in the detail specification.

The input mode distribution encountered by a multimode switch in a typical link may differ considerably from that represented by either of the above sets of launching conditions. It should be understood that the resulting optical measurements cannot and are not intended to yield results which accurately depict the switch transmission performance for all mode distributions which may be encountered in a fibre optic link.

For single-mode switches, the wavelength of the source (including the total spectral width) shall be longer than the cutoff wavelength of the fibre. The deployment and length of the fibre on the input port shall be such that any higher order modes that may be launched initially are sufficiently attenuated. For some devices, the polarization state of the optical power and its orientation may be significant, and when required, will be specified in the detail specification.

*Source S*



La source est un émetteur optique avec sa fibre amorce (le cas échéant) et l'électronique de commande associée. Elle peut comprendre une modulation mécanique ou électrique de la puissance optique. Il peut s'agir, par exemple, d'une diode électroluminescente, d'un laser ou d'une source à large bande spectrale combinée avec un filtre interférentiel ou un monochromateur. Les caractéristiques précises doivent être compatibles avec les exigences de mesure et doivent être précisées dans la spécification particulière. Elles doivent inclure:

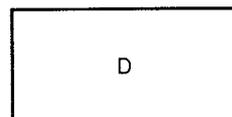
- la puissance de sortie;
- la longueur d'onde de crête;
- la largeur spectrale;
- la cohérence ou la non-cohérence;
- la stabilité de la puissance de sortie;
- le type de fibre amorce (si applicable).

*Elément d'excitation E*



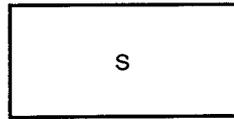
L'élément d'excitation représente le système optique passif qui transfère la puissance optique au commutateur selon les conditions d'injection exigibles (voir conditions d'injection). Il doit être compatible avec le commutateur à mesurer et être défini dans la spécification particulière.

*Détecteur D*



Le détecteur est un détecteur optique avec sa fibre amorce (le cas échéant) et l'électronique de détection associée. Il peut comprendre une détection sensible à la phase d'une source modulée mécaniquement ou électriquement. Le diamètre et l'angle d'admission de l'élément de détection, ou du cœur de la fibre qui peut lui être raccordé, doivent être respectivement supérieurs au diamètre maximal du cœur et à l'ouverture numérique de la fibre de la porte de sortie du commutateur. Les caractéristiques précises doivent être compatibles avec les exigences de mesure et doivent être précisées dans la spécification particulière. Elles doivent inclure:

- la sensibilité maximale;
- la linéarité;
- la sensibilité à la longueur d'onde de crête;
- le domaine de sensibilité en longueur d'onde;
- la stabilité;
- le type de fibre amorce (si applicable).

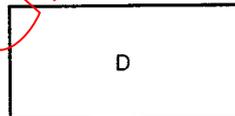
*Source unit S*

This consists of an optical emitter, its fibre pigtail (if any) and associated driving electronics. It may include mechanical or electrical modulation of the optical power. It could, for example, be an LED, a laser, or a spectrally broadband source combined with an interference filter or monochromator. The precise characteristics shall be compatible with the measurement requirements, and shall be specified in the detail specification, including:

- power output;
- peak wavelength;
- spectral width;
- coherence or incoherence;
- power output stability;
- pigtail fibre type (if any).

*Excitation unit E*

This represents the passive optical system which transfers the optical power to the switch with the required launch conditions (see launch conditions). It shall be compatible with the switch being measured, and shall be specified in the detail specification.

*Detector unit D*

This consists of an optical detector, its fibre pigtail (if any) and associated detection electronics. It may include phase-sensitive detection of a mechanically or electrically modulated source unit. The detector element, or the core of fibre which may be pigtailed to it, shall have a diameter and acceptance angle which exceed respectively the maximum core diameter and numerical aperture of the fibre on the switch output port. The precise characteristics shall be compatible with the measurement requirements, and shall be specified in the detail specification, including:

- maximum sensitivity;
- linearity;
- peak wavelength sensitivity;
- range of wavelength sensitivity;
- stability;
- pigtail fibre type (if any).

*Raccord temporaire TJ*

Il s'agit d'une méthode, d'un dispositif ou d'un élément de fixation mécanique permettant l'alignement temporaire de deux fibres en vue d'obtenir un raccord à faible atténuation reproductible. Il peut s'agir, par exemple, d'un micromanipulateur à gorge en V ou à ventouse usinée avec précision, ou d'une épissure mécanique ou par fusion. On doit utiliser de préférence une substance adaptatrice d'indice de réfraction adéquate. La stabilité du raccord temporaire doit être compatible avec la précision requise pour la mesure.

*Fibre de référence*

Fibre réalisée ou sélectionnée avec précision pour les besoins de mesure. Le cas échéant, sa longueur ainsi que ses paramètres dimensionnels et optiques sont dans les limites précisées dans la spécification particulière.

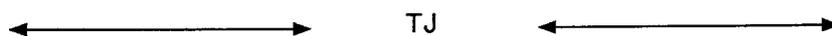
*Longueurs de fibres*

Lorsque les longueurs  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$  des fibres sont indiquées dans les illustrations accompagnant les méthodes d'essai incluses dans cette spécification générique, ces longueurs doivent être précisées dans la spécification particulière.

**4.3.4.4 Procédure***Généralités*

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

- a) Les extrémités des fibres qui s'accouplent avec la source et le détecteur doivent être lisses, planes, perpendiculaires à l'axe des fibres et propres.
- b) Les extrémités des fibres doivent être correctement raccordées à l'élément d'excitation et au détecteur afin de réduire les erreurs de mesure dues aux déplacements relatifs.
- c) La puissance injectée dans la fibre doit être suffisamment faible pour empêcher les effets de diffusion non linéaire.
- d) Des précautions doivent être prises pour assurer l'absence de modes de gaine sur le commutateur ou le détecteur. Les modes de gaine doivent être extraits soit en fonction naturelle de la longueur de fibre soit par addition d'un extracteur de modes de gaine.
- e) La répartition de modes au niveau de la porte d'entrée du commutateur, précisée dans la spécification particulière, doit être soit une répartition de saturation de modes soit une répartition de mode à l'équilibre.
- f) La fibre de référence doit être sélectionnée afin de s'adapter aux paramètres, précisés dans la spécification particulière, de la fibre du commutateur.
- g) Les changements de position des fibres doivent être limités pendant la procédure et des précautions doivent être prises pour éviter toute courbure excessive susceptible d'affecter la mesure.
- h) Des précautions doivent être prises pour ne pas déplacer les extrémités des fibres au niveau des raccords temporaires pendant les mesures.
- i) Les longueurs de fibres  $L_1$ ,  $L'_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$ ,  $L_4$  et  $L_5$  – selon le cas – doivent être celles précisées dans la spécification particulière.

*Temporary joint TJ*

This is a method, device or mechanical fixture for temporarily aligning two fibre ends into a reproducible low loss joint. It may, for example, be a precision V-groove, vacuum chuck, micromanipulator, or a fusion or mechanical splice. A suitable refractive index matching material shall preferably be used. The stability of the temporary joint shall be compatible with the measurement precision required.

*Reference fibre*

Such a fibre is a precisely made or selected fibre used for measurement purposes. When required, the length, dimensional and optical parameters are held within limits which are specified in the detail specification.

*Fibre lengths*

Where fibre lengths  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$  are indicated in the illustrations accompanying the test methods included in this generic specification, these lengths shall be specified in the detail specification.

4.3.4.4 *Procedure**General*

The following procedures apply to all measurement methods:

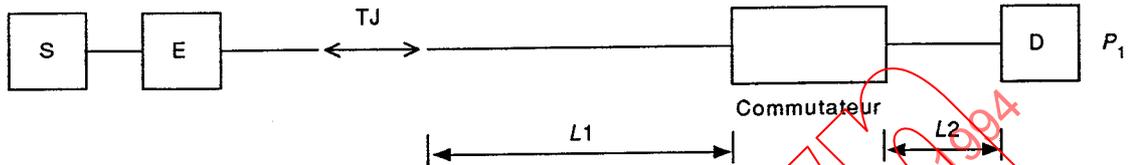
- a) The fibre ends which interface with the source and detector shall be prepared such that they are smooth, essentially plane and perpendicular to the fibre axis, and shall be clean.
- b) The fibre ends shall be appropriately coupled to the excitation and detector units to minimize measurement errors 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 switch or detector. Cladding modes shall be stripped either as a natural function of the fibre length or by adding cladding mode stripper.
- e) The mode distribution at the switch input port, as specified in the detail specification, shall be either a fully filled, or an equilibrium mode distribution.
- f) The reference fibre shall be selected to match the fibre parameters of the switch as specified in the detail specification.
- g) Positional changes of the fibres shall be minimized during the procedure and precautions shall be taken to ensure that excessive bending of any fibres which could affect the measurement does not occur.
- h) Precautions shall be taken not to disturb fibre ends in temporary joints when performing the measurements.
- i) The fibre lengths  $L_1$ ,  $L'_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$ ,  $L_4$  and  $L_5$  – as applicable – shall be as specified in the detail specification.

*Méthode 1: Méthode de la fibre coupée*

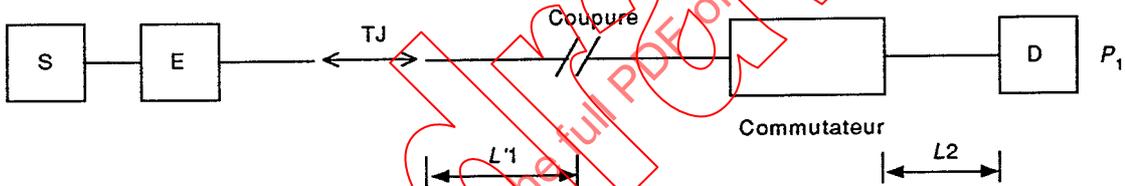
Cette méthode n'est applicable qu'aux commutateurs en configuration A.

- a) Mesurer et enregistrer le niveau de puissance  $P_1$  conformément au schéma suivant. Dans le cas d'un commutateur variable, mesurer et enregistrer  $P_1$  pour tous les réglages de perte d'insertion précisés dans la spécification particulière.

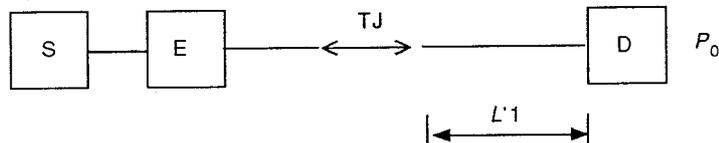
*Configuration A*



- b) S'assurer de la stabilité de  $P_1$ , puis couper la fibre entre le raccord temporaire et le commutateur. La longueur de la section coupée  $L'1$  doit être précisée dans la spécification particulière.



- c) Déposer le commutateur du dispositif d'essai en veillant à ne pas déplacer la fibre au niveau du raccord temporaire.
- d) Préparer l'extrémité coupée de la fibre de manière à ce qu'elle soit lisse, plane et perpendiculaire à l'axe de la fibre.
- e) Raccorder l'extrémité préparée de la fibre au détecteur. Mesurer et enregistrer le niveau de puissance  $P_0$ .



- f) La perte d'insertion IL de ce commutateur est alors donnée par la formule suivante:

$$IL = -10 \log P_1/P_0$$

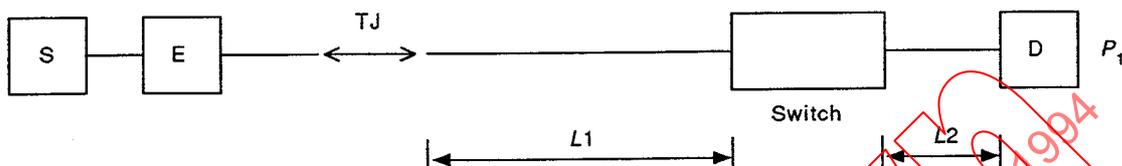
NOTE - La mesure n'est pas affectée par la perte d'insertion du raccord temporaire étant donné que ce dernier n'est pas altéré entre la mesure des niveaux de puissance  $P_1$  et  $P_0$ .

**Method 1: Cut-back method**

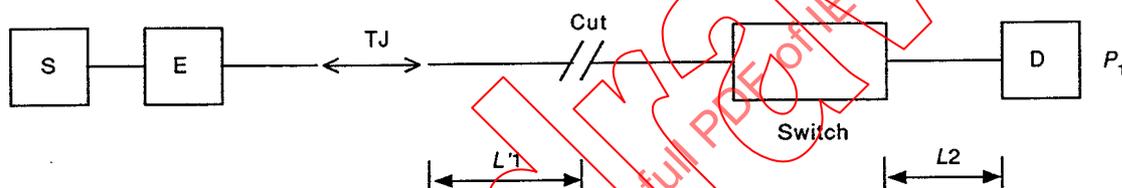
This method is applicable only to configuration A switches.

- a). In accordance with the following diagram, measure and record power level  $P_1$ . In cases where the switch is variable, measure and record  $P_1$  for all insertion loss settings specified in the detail specification.

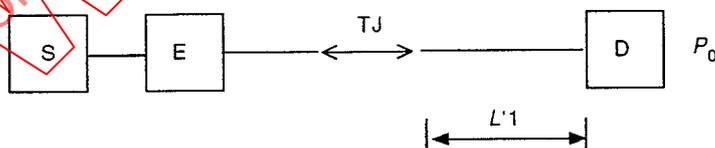
**Configuration A**



- b) After ensuring the stability of  $P_1$ , cut the fibre between the temporary joint and the switch. The length of the cut section  $L'1$  shall be specified in the detail specification.



- c) Remove the switch from the test set-up, taking care not to displace the fibre in the temporary joint.
- d) Prepare the cut end of the fibre such that it is smooth, substantially plane and perpendicular to the fibre axis.
- e) Couple the prepared end of the fibre to the detector unit. Measure and record power level  $P_0$ .



- f) The insertion loss IL of this switch is then given by the following formula:

$$IL = -10 \log P_1/P_0$$

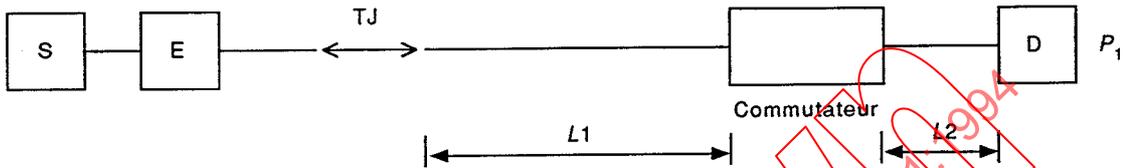
NOTE - The measurement is not affected by the insertion loss of the temporary joint since the latter is not altered between the measurement of power levels  $P_1$  and  $P_0$ .

**Méthode 2: Méthode de substitution**

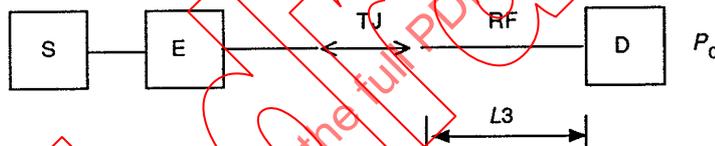
Cette méthode qui utilise une fibre de référence n'est applicable qu'aux commutateurs en configuration A.

- a) Mesurer et enregistrer le niveau de puissance  $P_1$ , conformément au schéma suivant. Dans le cas d'un commutateur variable, mesurer et enregistrer  $P_1$  pour tous les réglages de perte d'insertion précisés dans la spécification particulière.

**Configuration A**



- b) S'assurer de la stabilité de  $P_1$ , puis déposer le commutateur du dispositif d'essai.
- c) Introduire la fibre de référence (RF) entre l'élément d'excitation et le détecteur, à la place du commutateur déposé, conformément aux schémas suivants. Mesurer et enregistrer le niveau de puissance  $P_0$ .



- d) La perte d'insertion IL de ce commutateur est alors donnée par la formule suivante:

$$IL = -10 \log P_1/P_0$$

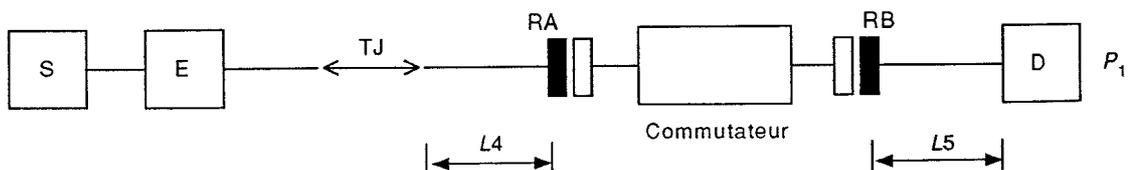
NOTE - La mesure est affectée par la différence de la perte d'insertion des deux raccords temporaires qui est sujette à une variation aléatoire. L'amplitude de cette variation dépend de la précision de l'alignement de la fibre et de la différence concernant la valeur du diamètre du coeur de fibre et l'ouverture numérique entre la fibre de référence et la fibre amorce du commutateur.

**Méthode 3: Méthode d'insertion**

Cette méthode qui utilise un jeu de connecteurs de référence RA et RB n'est applicable qu'aux commutateurs de configurations B et C, et à certains dispositifs de configuration D.

- a) Mesurer et enregistrer le niveau de puissance  $P_1$ , conformément au schéma suivant. Dans le cas d'un commutateur variable, mesurer et enregistrer  $P_1$  pour tous les réglages de perte d'insertion précisés dans la spécification particulière.

**Configuration B**

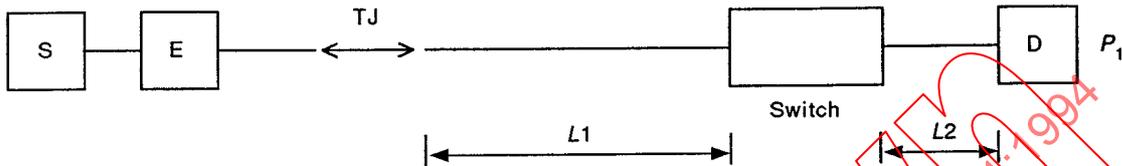


**Method 2: Substitution method**

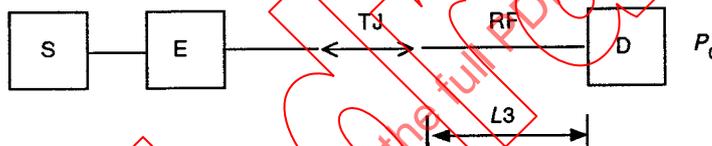
This method which makes use of a reference fibre is applicable only to configuration A switches.

- a) In accordance with the following diagram, measure and record power level  $P_1$ . In cases where the switch is variable, measure and record  $P_1$  for all insertion loss settings specified in the detail specification.

**Configuration A**



- b) After ensuring the stability of  $P_1$ , remove the switch from the test set-up.
- c) In place of the removed switch, insert the reference fibre (RF) between the excitation and detector units in accordance with the following diagram. Measure and record power level  $P_0$ .



- d) The insertion loss IL of this switch is then given by the following formula:

$$IL = -10 \log P_1/P_0$$

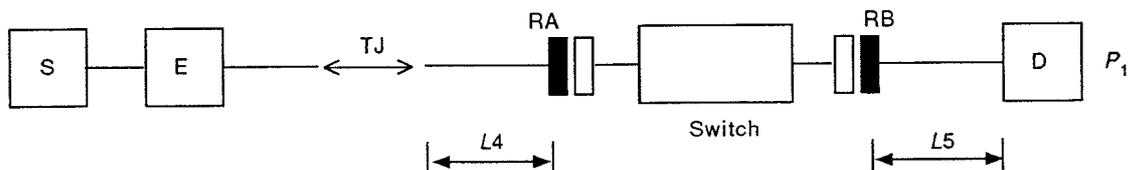
NOTE - The measurement is affected by the difference between the insertion loss of the two temporary joints, which is subject to random variation. The magnitude of this variation depends upon the precision of the fibre alignment achieved, as well as the difference in the fibre core diameter and numerical aperture between the reference fibre and switch pigtail.

**Method 3: Insertion method**

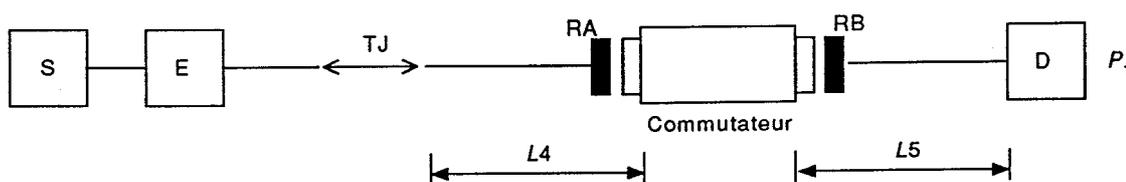
This method, which makes use of a reference connector set RA and RB, is applicable only to configurations B and C switches, and some forms of configuration D devices.

- a) In accordance with the following diagram, measure and record power level  $P_1$ . In cases where the switch is variable, measure and record  $P_1$  for all insertion loss settings specified in the detail specification.

**Configuration B**

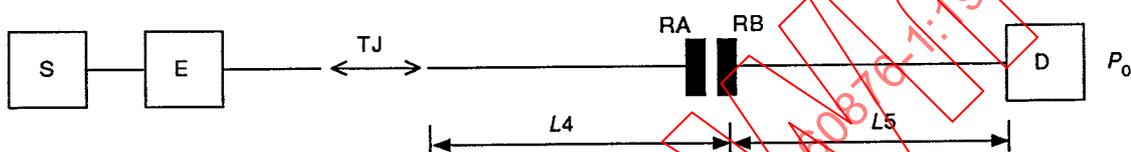


*Configuration C*



b) S'assurer de la stabilité de  $P_1$ , puis déconnecter et déposer le commutateur du dispositif d'essai en veillant à ne pas déplacer les fibres au niveau du raccord temporaire.

c) Relier les deux moitiés du jeu de connecteurs de référence. Mesurer et enregistrer le niveau de puissance  $P_0$ .



d) La perte d'insertion IL de ce commutateur est alors donnée par la formule suivante:

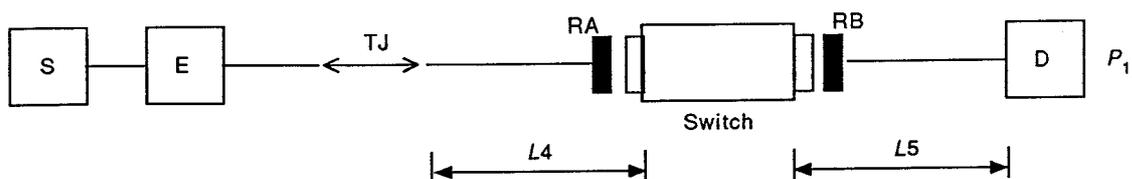
$$IL = -10 \log P_1/P_0$$

NOTE - La mesure n'est pas affectée par la perte d'insertion du rapport temporaire étant donné que ce dernier n'est pas altéré entre la mesure des niveaux de puissance  $P_1$  et  $P_0$ , mais la mesure peut être affectée par les variations de perte des connecteurs.

**4.3.4.5 Détails à spécifier**

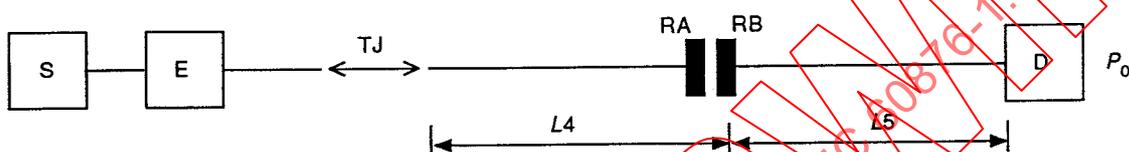
Les détails suivants, si applicables, doivent être précisés dans la spécification particulière:

- méthode 1, 2 ou 3;
- source S;
- élément d'excitation E;
- détecteur D;
- conditions d'injection;
- perte ajoutée admissible due aux jeux de connecteurs;
- perte ajoutée admissible due aux raccords temporaires;
- procédure de préconditionnement;
- procédure de reprise;
- exigences fonctionnelles;
- écarts par rapport aux procédures d'essais normalisées.

*Configuration C*

b) After ensuring the stability of  $P_1$ , disconnect and remove the switch from the test set-up, taking care not to displace the fibres in the temporary joint.

c) Connect the two halves of the reference connector set together. Measure and record power level  $P_0$ .



d) The insertion loss IL of this switch is given by the following formula:

$$IL = -10 \log P_1/P_0$$

NOTE - The measurement is not affected by the insertion loss of the temporary joint since the latter is not altered between the measurement of power levels  $P_1$  and  $P_0$ , but will be affected by any connector loss variations.

#### 4.3.4.5 Details to be specified

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

- method 1, 2 or 3;
- source unit S;
- excitation unit E;
- detector unit D;
- launch conditions,
- allowable added loss due to connector sets;
- allowable added loss due to temporary joints;
- pre-conditioning procedure;
- recovery procedure;
- performance requirements;
- deviations from standard test procedures.

Détails complémentaires à préciser pour la méthode 1:

- longueur  $L_1$ ;
- longueur  $L_2$ ;
- longueur  $L'_1$ .

Détails complémentaires à préciser pour la méthode 2:

- longueur  $L_1$ ;
- longueur  $L_2$ ;
- longueur  $L_3$ .

Détails complémentaires à préciser pour la méthode 3:

- longueur  $L_4$ ;
- longueur  $L_5$ .

#### 4.3.5 Puissance réfléchie

##### 4.3.5.1 But

Cette procédure a pour but de mesurer la puissance réfléchie d'un commutateur. La puissance réfléchie est la fraction de la puissance d'entrée qui est renvoyée le long du chemin d'entrée d'un composant optique tel qu'un commutateur. La puissance réfléchie d'un commutateur à fibres optiques peut être produite par un composant voisin ayant un indice de réfraction différent. Elle dépend également de plusieurs facteurs tels que la variation de l'indice de réfraction, la largeur de raie spectrale ou la longueur de cohérence de la source, la texture de surface, la proximité de portes optiques, etc.

##### 4.3.5.2 Conditions d'injection

Les conditions d'injection utilisées pour la mesure de la puissance réfléchie sont identiques à celles utilisées pour la mesure de la perte d'insertion (voir 4.3.4).

##### 4.3.5.3 Description générale

La mesure est effectuée en comparant la puissance optique incidente transmise par le commutateur avec la puissance optique réfléchie. La mesure de la puissance réfléchie est réalisée grâce à l'utilisation d'un coupleur de référence. Il faut s'assurer que les raccords temporaires ont un indice de réfraction adapté afin de réduire les réflexions entre les faces d'extrémités des fibres.

##### 4.3.5.4 Appareillage

L'appareillage est constitué des mêmes éléments que ceux utilisés pour la mesure de la perte d'insertion (voir 4.3.4) et des deux éléments suivants:

###### *Terminaison antireflet*

Il s'agit d'une méthode ou d'un dispositif permettant de terminer l'extrémité d'une fibre de manière à supprimer toute réflexion due à l'interface verre/air. L'extrémité de la fibre peut, par exemple, être immergée dans un récipient contenant une substance adaptatrice d'indice de réfraction, ou être enroulée sur un petit mandrin. Le niveau de suppression exigé doit être précisé dans la spécification particulière.

Additional details to be specified for method 1:

- length  $L_1$ ;
- length  $L_2$ ;
- length  $L'_1$ .

Additional details to be specified for method 2:

- length  $L_1$ ;
- length  $L_2$ ;
- length  $L_3$ .

Additional details to be specified for method 3:

- length  $L_4$ ;
- length  $L_5$ .

#### 4.3.5 Return loss

##### 4.3.5.1 Purpose

The purpose of this procedure is to measure the return loss of a switch. 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 switch. The return loss of the fibre optic switch 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.

##### 4.3.5.2 Launch conditions

The same launch conditions used for measuring the insertion loss (see 4.3.4) are used for measuring return loss.

##### 4.3.5.3 General description

The measurement is made by comparing the incident optical power transmitted through the switch with the reflected optical power. The measurement of reflected power is achieved by using a reference branching device. It is necessary to ensure that temporary joints are refractive index matched so as to minimize reflections between the fibre end faces.

##### 4.3.5.4 Apparatus

The apparatus consists of the same elements for measuring insertion loss (see 4.3.4) and the following two elements:

###### *Anti-reflection termination*

This is a method or device for terminating the end of a fibre to suppress reflection from the glass/air interface. The fibre end may, for example, be immersed in a container of suitable refractive index matching material or a small mandrel wrap shall be used. The level of suppression required shall be specified in the detail specification.

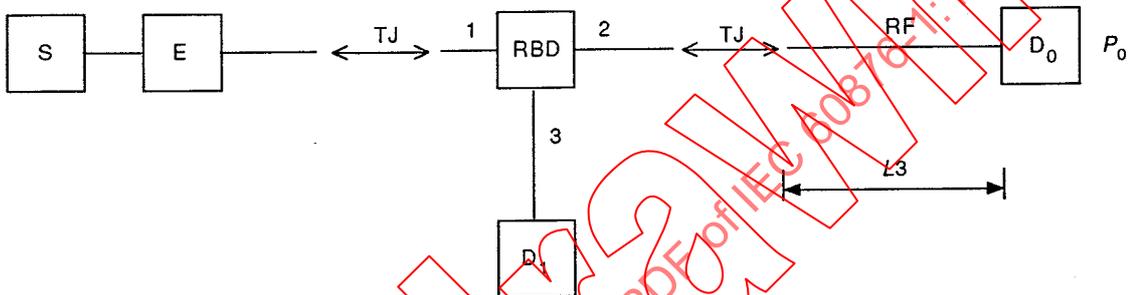
### Coupleur de référence RBD

Ce dispositif est un commutateur à trois portes élaboré ou sélectionné avec précision pour effectuer des mesures. Sa matrice de transfert est caractérisée de façon précise et est indépendante des conditions d'injection optique à l'entrée. Le cas échéant, les critères de performance ou de sélection doivent être précisés dans la spécification particulière.

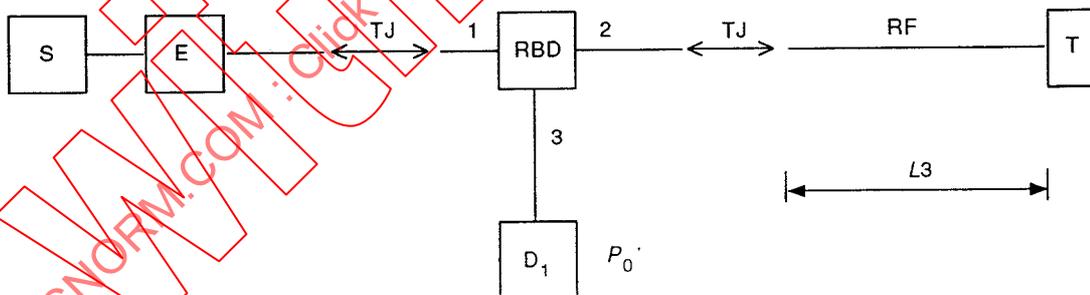
#### 4.3.5.5 Procédure

Pendant cette procédure, s'assurer que la perte de puissance attribuable au coupleur est prise en considération lors de la mesure de la puissance réfléchie, sinon l'indication obtenue serait erronée.

- a) Mesurer et enregistrer le niveau de puissance  $P_0$  conformément au schéma suivant:



- b) S'assurer de la stabilité de  $P_0$  puis retirer  $D_0$  du dispositif d'essai; terminer l'extrémité de la fibre de référence de manière à supprimer toute réflexion, en veillant à ne pas déplacer les fibres dans le raccord temporaire. Mesurer et enregistrer le niveau de puissance  $P_0'$ .



- c) S'assurer de la stabilité de  $P_0'$  puis retirer la fibre de référence du dispositif d'essai.  
 d) Monter le commutateur conformément à l'un des schémas suivants; mesurer et enregistrer le niveau de puissance  $P_1'$ .

#### NOTES

1 Pour les commutateurs de configuration A, la porte à travers laquelle la puissance réfléchie n'est pas mesurée est terminée afin de supprimer toute réflexion.

2 Pour les commutateurs de configurations B et C, les portes sont raccordées à un jeu de connecteurs de référence (RA et RB) comprenant des fibres amorces de longueur L<sub>4</sub> et L<sub>5</sub> (voir schémas ci-dessous), comme précisé dans la spécification particulière. L'extrémité de la fibre est terminée afin de supprimer toute réflexion.

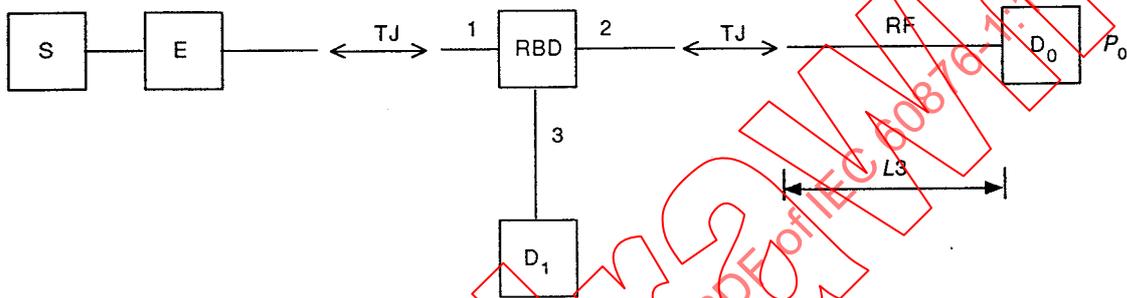
**Reference branching device RBD**

Such a device is a precisely made or selected three-port switch used for measurement purposes whose transfer matrix is accurately characterized and independent of the input optical launch condition. When required, the performance or selection criteria shall be specified in the detail specification.

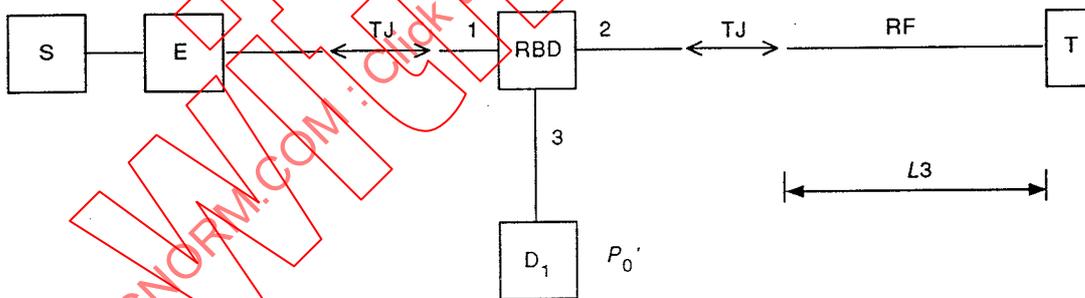
**4.3.5.5 Procedure**

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.

- a) In accordance with the following diagram, measure and record power level  $P_0$ :



- b) After ensuring the stability of  $P_0$ , remove  $D_0$  from the test set-up; terminate the end of the reference fibre to suppress reflection, taking care not to displace the fibres in the temporary joint. Measure and record power level  $P_0'$ .



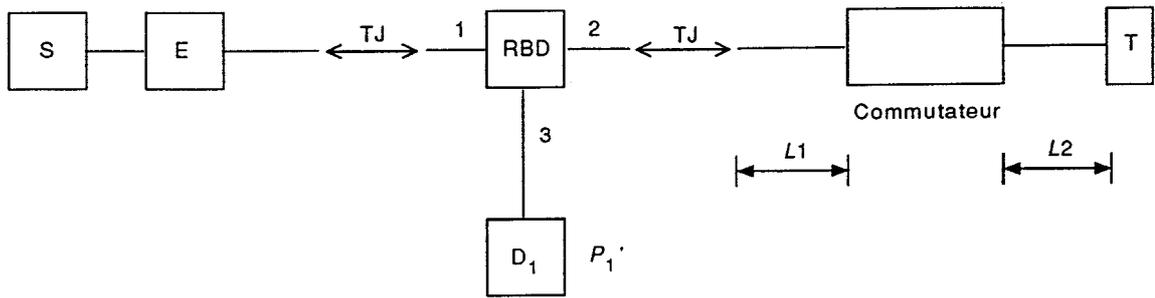
- c) After ensuring the stability of  $P_0'$ , remove the reference fibre from the test set-up.

- d) Insert the switch in accordance with one of the following diagrams; measure and record power level  $P_1'$ .

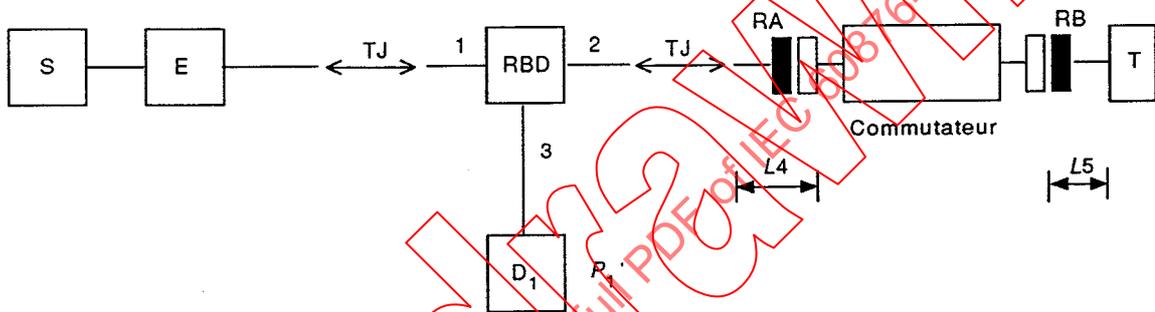
**NOTES**

- 1 For configuration A switches, the port through which the return loss is not being measured is terminated to suppress reflection.
- 2 For configurations B and C switches, the ports are connected to a reference connector set (RA and RB) containing fibre pigtailed of length  $L_4$  and  $L_5$  (see diagrams below) specified in the detail specification. The fibre end is terminated to suppress reflection.

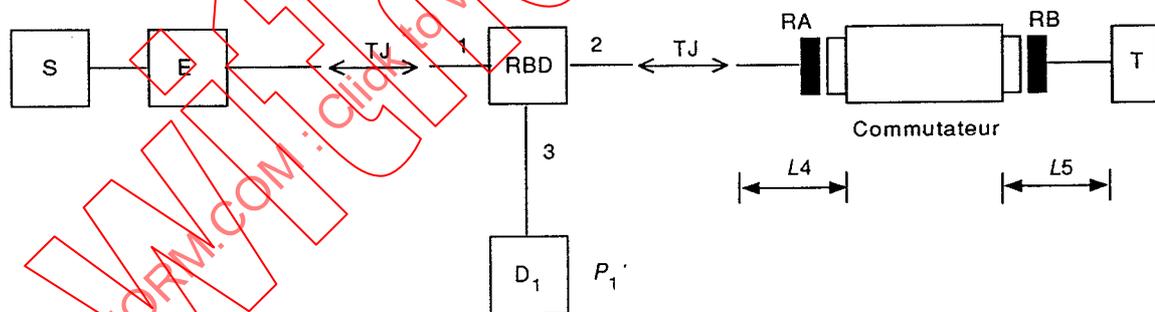
Configuration A



Configuration B



Configuration C

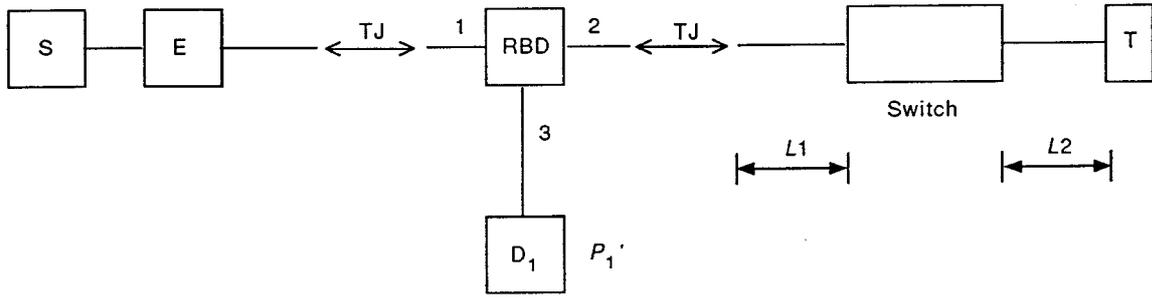


e) La perte d'insertion du commutateur est donnée par la formule suivante:

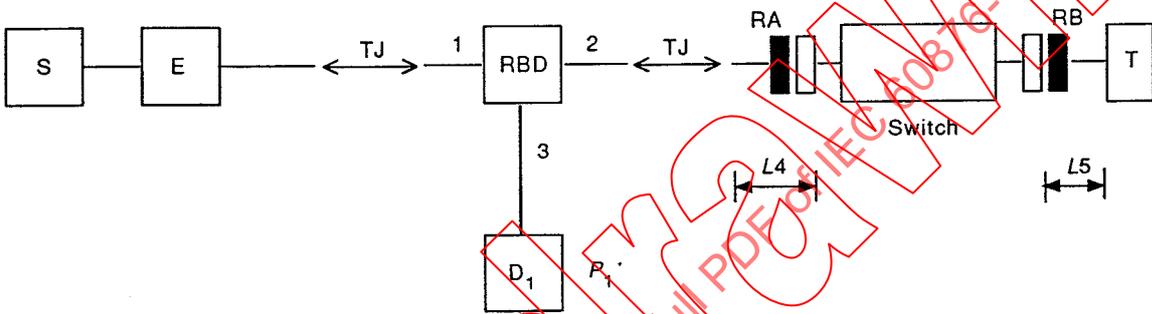
$$RL = - \log \left[ \frac{P_1' - P_0'}{P_0} \right] + 10 \log t_{23}$$

dans laquelle  $t_{23}$  est le coefficient de transfert du coupleur de référence mesuré précédemment.

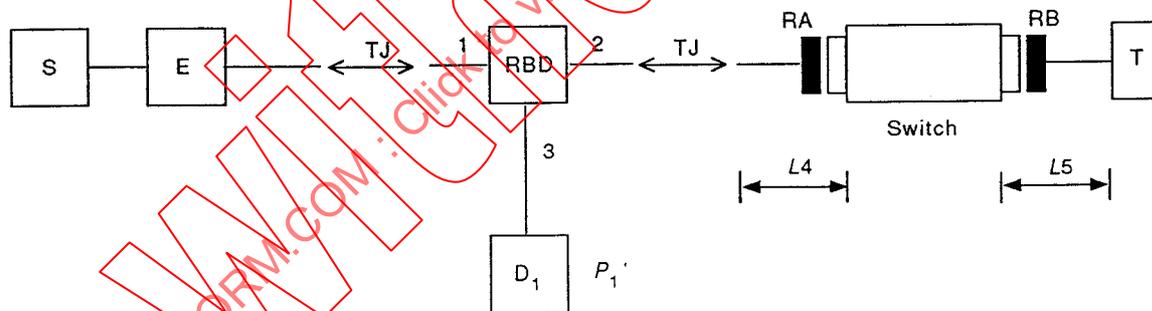
Configuration A



Configuration B



Configuration C



e) The return loss of the switch is given by the following formula:

$$RL = - \log \left[ \frac{P_1' - P_0'}{P_0} \right] + 10 \log t_{23}$$

where  $t_{23}$  is the previously measured transfer coefficient of the reference branching device.

## NOTES

3 La méthode applicable aux commutateurs de configuration D dépend de la porte sur laquelle la puissance réfléchie est mesurée. Cela sera précisé dans la spécification particulière.

4 Le niveau de puissance  $P_0'$  devra être compatible avec l'exigence de précision de mesure, comme indiqué dans la spécification particulière.

5 On considère que la puissance optique  $P_0$  injectée dans la fibre de référence est égale à la puissance injectée dans le commutateur. Cela implique que la perte d'insertion associée au raccord temporaire peut être reproduite.

6 Il convient de noter que des réflexions multiples entre les faces d'extrémités des fibres peuvent se produire en cas de légère séparation et d'indices de réfraction non parfaitement adaptés. L'interférence qui en résulte peut diminuer la précision de la mesure.

7 Cette méthode de mesure de la puissance réfléchie conduit à la contribution intrinsèque du commutateur uniquement pour les dispositifs de configuration A. Pour les configurations B et C, il est impossible de séparer la contribution intrinsèque du commutateur de la puissance réfléchie due aux connecteurs.

#### 4.3.5.6 Détails à spécifier

Les détails suivants, si applicables, doivent être précisés dans la spécification particulière:

- source S;
- élément d'excitation E;
- conditions d'injections;
- coupleur de référence comprenant  $t_{23}$ ;
- détecteur D,  $D_0$ ,  $D_1$ ;
- raccord temporaire;
- exigences fonctionnelles;
- écart par rapport à la procédure d'essai normalisée;
- extracteur de mode de gaine;
- longueurs de fibres L1, L2, L3, L4 et L5.

#### 4.3.6 Dépendance en fonction de la longueur d'onde

##### 4.3.6.1 But

Les systèmes de mesure utilisés dans le présent paragraphe ont été configurés pour fournir des informations sur les valeurs de perte d'insertion et de puissance réfléchie, en fonction de la longueur d'onde.

##### 4.3.6.2 Description générale

Sauf indication contraire indiquée ci-après, les procédures de mesure de la dépendance spectrale de la perte d'insertion et de la puissance réfléchie sont identiques aux procédures correspondantes respectivement indiquées en 4.3.4 et 4.3.5.

Les valeurs de perte d'insertion et de puissance réfléchie en fonction de la longueur d'onde sont fournies de façon conventionnelle sous forme de tableau ou de graphique, comme indiqué ci-dessous.

## NOTES

3 The applicable method for configuration D switches will depend upon the particular port from which the return loss is being measured. This will be specified in the detail specification.

4 The power level  $P_0'$  should be compatible with the measuring accuracy requirement as specified in the detail specification.

5 It is assumed that the optical power  $P_0$  launched into the reference fibre equals the power launched into the switch. This implies that the insertion loss associated with the temporary joint is repeatable.

6 It should be noted that multiple reflections between fibre end faces can exist where a small gap and imperfect refractive index matching exist. The resulting interference can reduce the accuracy of the measurement.

7 This method of measuring the return loss yields the intrinsic contribution from the switch only for configuration A devices. For configurations B and C, it is impossible to separate the intrinsic switch contribution from the return loss due to the connectors.

#### 4.3.5.6 Details to be specified

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

- source unit S;
- excitation unit E;
- launch conditions;
- reference branching device including  $t_{2,3}$ ;
- detector unit D,  $D_0$ ,  $D_1$ ;
- temporary joint;
- performance requirement;
- deviation from standard test procedure;
- cladding mode stripper;
- fibre lengths L1, L2, L3, L4 and L5.

#### 4.3.6 Wavelength dependence

##### 4.3.6.1 Purpose

The measurement systems used in this subclause are extended to provide information on the insertion loss and return loss values as a function of wavelength.

##### 4.3.6.2 General description

Except as indicated below, the measurement procedures for spectral dependence of insertion loss and return loss are identical to the corresponding procedures indicated in 4.3.4 and 4.3.5 respectively.

The wavelength dependent values of insertion loss and return loss are conventionally displayed either in tabular or graphical format as shown below.

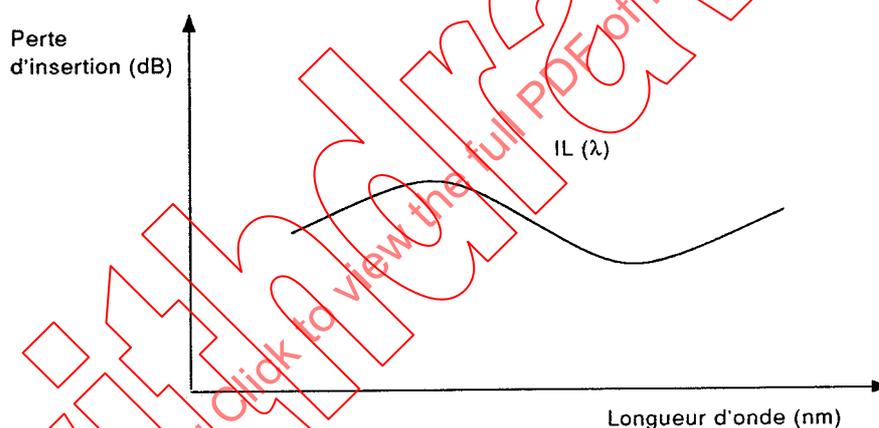
**Tableau**

Un tableau séparé sera fourni pour chaque sens de transmission.

Longueur d'onde nm	Perte d'insertion dB	Puissance réfléchie dB
$\lambda_1$	$IL(\lambda_1)$	$RL(\lambda_1)$
$\lambda_2$	$IL(\lambda_2)$	$RL(\lambda_2)$
$\lambda_3$	$IL(\lambda_3)$	$RL(\lambda_3)$
.	.	.
.	.	.
$\lambda_n$	$IL(\lambda_n)$	$RL(\lambda_n)$

**Graphique (exemple: perte d'insertion)**

Un graphique séparé sera fourni pour chaque sens de transmission, le cas échéant.



CEI 477/94

**4.3.6.3 Appareillage**

L'appareillage est constitué des mêmes éléments que ceux utilisés pour la mesure de la perte d'insertion (voir 4.3.4) et de la puissance réfléchie (voir 4.3.5), sauf en ce qui concerne la source qui doit inclure un composant permettant de sélectionner des longueurs d'onde, tel qu'un monochromateur ou des filtres, afin de pouvoir réaliser des mesures sur une série de longueurs d'onde.

- i) Procédure de mesure de la dépendance de la perte d'insertion en fonction de la longueur d'onde

Dans chacune des méthodes suivantes, on peut inclure un coupleur de référence RBD et un détecteur de contrôle  $D_1$  entre l'élément d'excitation et le commutateur en essai. Le signal de sortie de  $D_1$  peut être utilisé comme signal de réaction pour stabiliser la puissance de sortie de la source. En remplacement, on peut utiliser le signal pour corriger le signal de sortie du détecteur  $D$  afin de compenser toute variation au niveau de la source. Si la stabilité est d'ores et déjà suffisante pour obtenir la précision de mesure exigée, le coupleur de référence RBD et le détecteur de contrôle  $D_1$  peuvent être supprimés du dispositif d'essai.

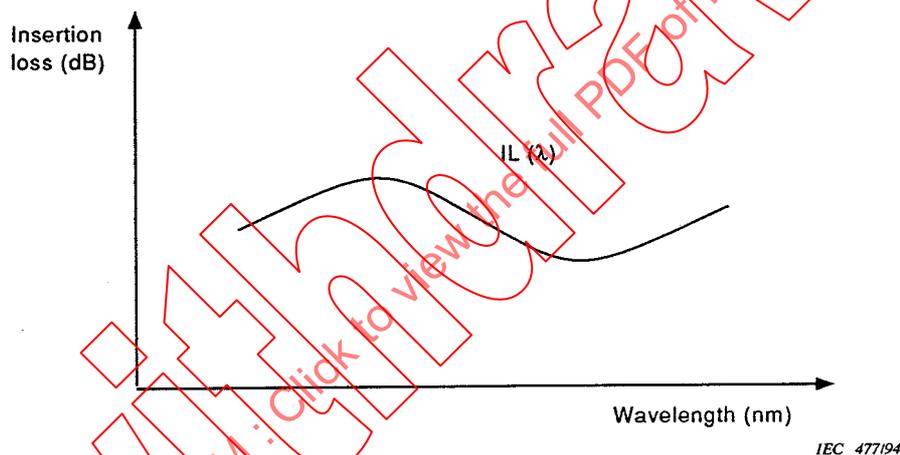
**Tabular format**

For each direction of transmission, there will be a separate table.

Wavelength nm	Insertion loss dB	Return loss dB
$\lambda_1$	$IL(\lambda_1)$	$RL(\lambda_1)$
$\lambda_2$	$IL(\lambda_2)$	$RL(\lambda_2)$
$\lambda_3$	$IL(\lambda_3)$	$RL(\lambda_3)$
.	.	.
.	.	.
$\lambda_n$	$IL(\lambda_n)$	$RL(\lambda_n)$

**Graphical format (example: insertion loss)**

For each direction of transmission, if applicable, there will be a separate graph.

**4.3.6.3 Apparatus**

The apparatus consists of the same elements for measuring the insertion loss (see 4.3.4) and return loss (see 4.3.5), except that the source unit shall contain a wavelength selective component, such as a monochromator or filters, to enable these measurements to be performed over a series of wavelengths.

i) Procedure to measure wavelength dependence of insertion loss

In each of the following methods, a reference branching device RBD and monitoring detector unit  $D_1$  may be included between the excitation unit and switch under test. The output from  $D_1$  may be used as a feedback signal to stabilize the source unit power output. Alternatively, the signal may be used to provide a correction to the output from the detector unit  $D$  to compensate for variation in the source unit. If the stability is already sufficient for the measurement accuracy required, RBD and  $D_1$  may be deleted from the test set-up.

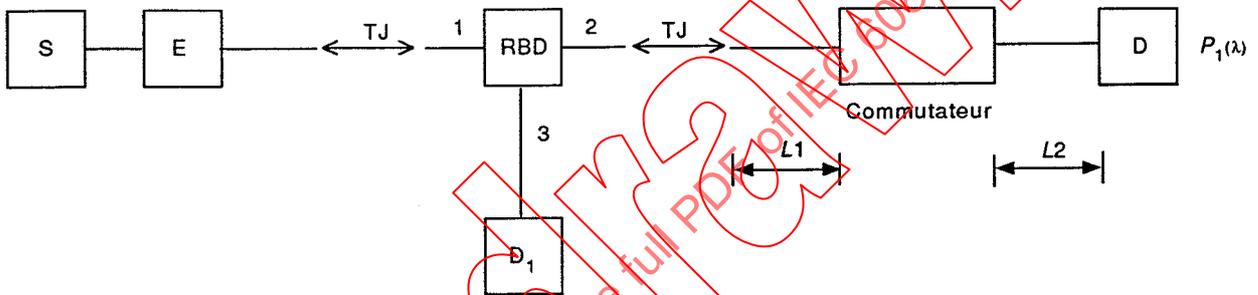
Il est possible d'améliorer la précision de la mesure en utilisant une détection sensible à la phase d'une source modulée mécaniquement.

Dans chacune des méthodes suivantes, l'élément qui permet de régler la longueur d'onde (monochromateur, filtres, etc.) est considéré comme faisant partie de la source. En remplacement, cet élément peut être incorporé dans ou placé avant le détecteur, mais uniquement si le coupleur de référence RBD et le détecteur de contrôle  $D_1$  ne font pas partie du dispositif d'essai, étant donné que le coupleur de référence RBD peut également être sensible à la longueur d'onde.

**Méthode 1: Méthode de la fibre coupée**

Cette méthode ne s'applique qu'aux commutateurs en configuration A.

a) Mesurer et enregistrer les niveaux de puissance  $P_1(\lambda)$  conformément au schéma suivant, tout en balayant la longueur d'onde réglable dans la plage précisée.

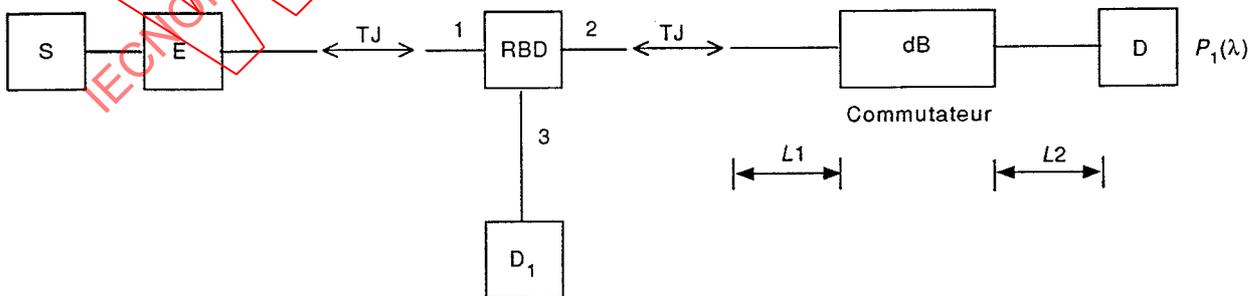


b) à f) Poursuivre la mesure comme indiqué ci-dessus conformément à la méthode 1, paragraphe 4.3.4, afin d'obtenir  $P_0(\lambda)$  et  $IL(\lambda)$ .

**Méthode 2: Méthode de substitution**

Cette méthode ne s'applique qu'aux commutateurs de configuration A.

a) Mesurer et enregistrer les niveaux de puissance  $P_1(\lambda)$  conformément au schéma suivant, tout en balayant la longueur d'onde réglable dans la plage précisée.



b) à d) Poursuivre la mesure comme indiqué ci-dessus conformément à la méthode 2, paragraphe 4.3.4.4, afin d'obtenir  $P_0(\lambda)$  et  $IL(\lambda)$ .

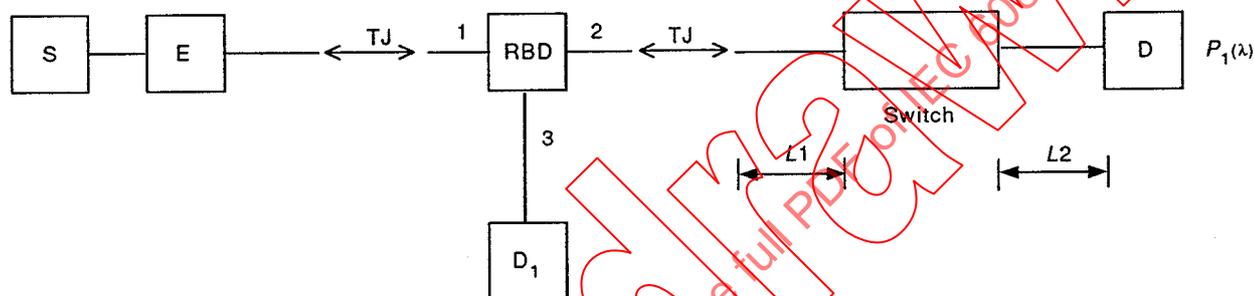
It may be possible to improve the measurement accuracy by using phase-sensitive detection of a mechanically modulated source unit.

In each of the following methods, the adjustable wavelength element (monochromator, filters, etc.) is considered to be an integral component of the source unit. It is alternatively possible for it to be incorporated into, or located in front of the detector unit, but only if RBD and  $D_1$  are not included in the test set-up, since the RBD may also be wavelength sensitive.

#### Method 1: Cut-back method

This method is applicable only to configuration A switches.

a) In accordance with the following diagram, measure and record power levels  $P_1(\lambda)$ , while scanning the adjustable wavelength element through the specified wavelength range:

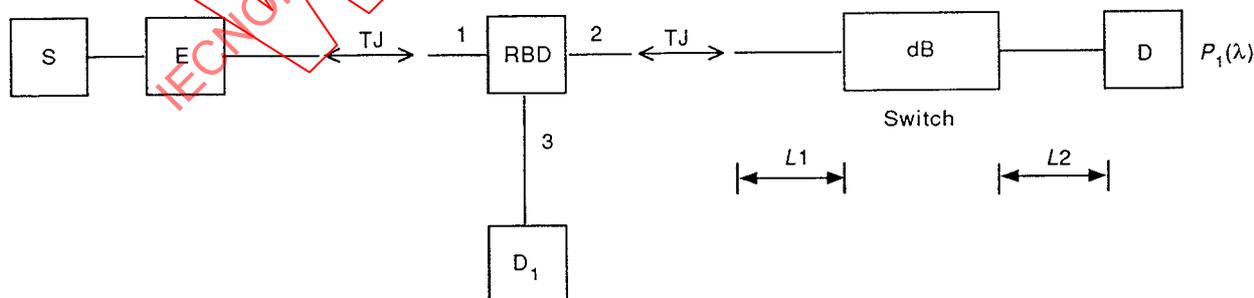


b) to f) Continue the measurement as above according to method 1, subclause 4.3.4, to obtain  $P_0(\lambda)$  and  $IL(\lambda)$ .

#### Method 2: Substitution method

This method is applicable only to configuration A switches.

a) In accordance with the following diagram, measure and record power levels  $P_1(\lambda)$ , while scanning the adjustable wavelength element through the specified wavelength range:



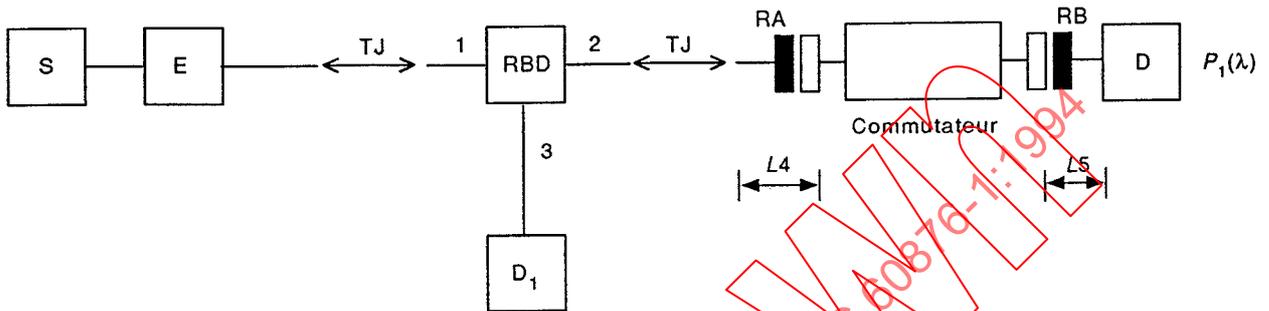
b) to d) Continue the measurement as above according to method 2, subclause 4.3.4.4, to obtain  $P_0(\lambda)$  and  $IL(\lambda)$ .

**Méthode 3: Méthode d'insertion**

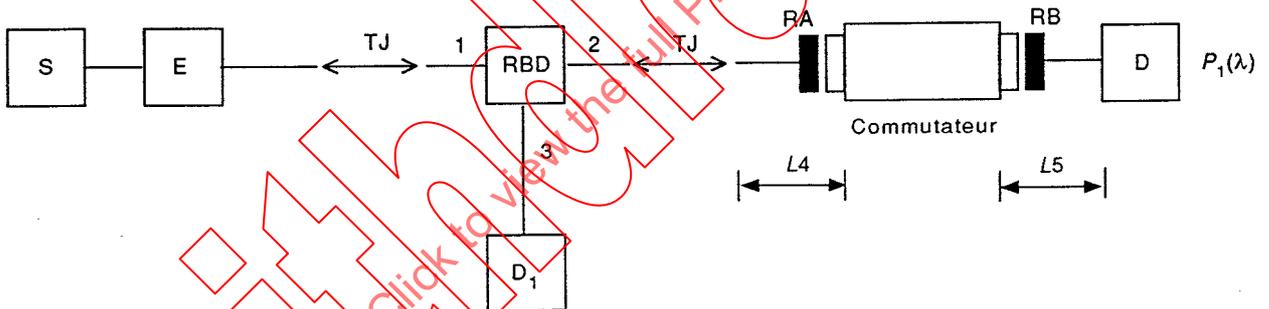
Cette méthode, qui utilise un jeu de connecteurs de référence RA et RB, ne s'applique qu'aux commutateurs de configurations B et C.

a) Mesurer et enregistrer les niveaux de puissance  $P_1(\lambda)$  conformément au schéma suivant, tout en balayant la longueur d'onde réglable dans la plage précisée.

**Configuration B**



**Configuration C**



b) à d) Poursuivre la mesure comme indiqué ci-dessus conformément à la méthode 3, paragraphe 4.3.4.4, afin d'obtenir  $P_0(\lambda)$  et  $IL(\lambda)$ .

ii) Procédure de mesure de la dépendance de la puissance réfléchie en fonction de la longueur d'onde

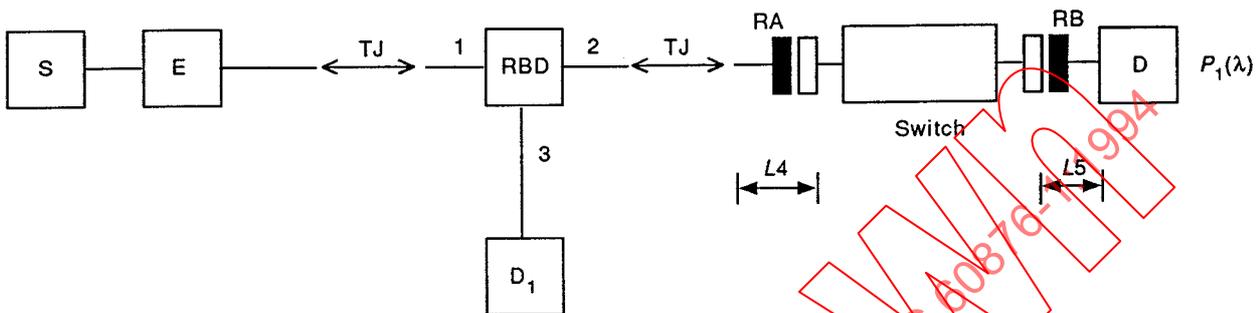
Sélectionner un coupleur de référence RBD et une fibre de référence RF conformément à la spécification particulière du commutateur en essai. Le commutateur de référence doit être un dispositif de configuration A (c'est-à-dire avec fibres amorces non connectées). Il faut s'assurer que les raccords temporaires ont un indice de réfraction adapté ou sont épissurés par fusion afin de réduire les réflexions entre les faces d'extrémités des fibres.

### Method 3: Insertion method

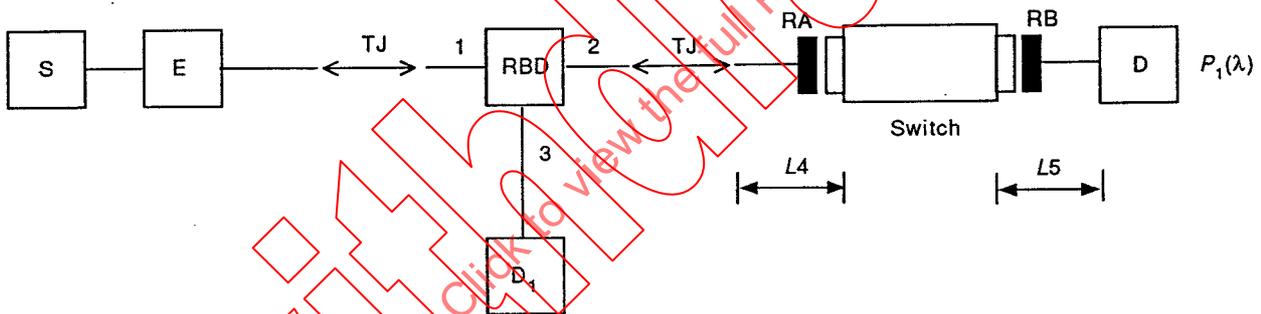
This method, which makes use of a reference connector set RA and RB, is applicable only to configuration B and C switches.

a) In accordance with the following diagram, measure and record power levels  $P_1(\lambda)$ , while scanning the adjustable wavelength element through the specified wavelength range:

#### Configuration B



#### Configuration C



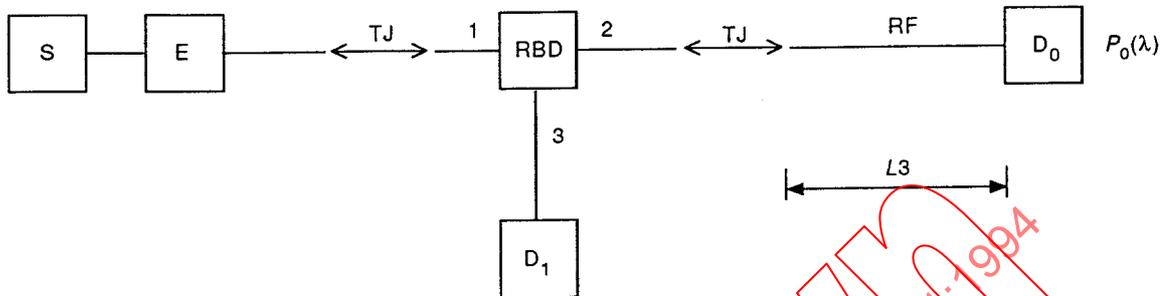
b) to d) Continue the measurement as above according to method 3, subclause 4.3.4.4, to obtain  $P_0(\lambda)$  and  $IL(\lambda)$ .

ii) Procedure to measure wavelength dependence of return loss

A reference branching device RBD and reference fibre RF are selected in accordance with the detail specification of the switch under test. The reference switch shall be a configuration A device (i.e., with unconnectorized pigtails). It is necessary to ensure that temporary joints are refractive index matched or fusion spliced so as to minimize reflections between the fibre-end faces.

Dans la méthode suivante, l'élément qui permet de régler la longueur d'onde (monochromateur, filtres, etc.) est considéré comme faisant partie de la source.

a) Mesurer et enregistrer les niveaux de puissance  $P_0(\lambda)$  conformément au schéma suivant, tout en balayant la longueur d'onde réglable dans la plage précisée.



b) à e) Poursuivre la mesure comme indiqué ci-dessus conformément à 4.3.5, afin d'obtenir  $P_0'(\lambda)$  et  $P_1'(\lambda)$ , et calculer la valeur de la puissance réfléchie en fonction de la longueur d'onde  $RL(\lambda)$ .

#### 4.3.6.4 Détails à spécifier

Les détails suivants, si applicables, doivent être précisés dans la spécification particulière:

- longueurs de fibres  $L_1$ ,  $L_1'$ ,  $L_2$ ,  $L_3$ ,  $L_4$  et  $L_5$ ;
- source S;
- élément d'excitation E;
- conditions d'injection;
- coupleur de référence,  $t_{12}$  et  $t_{13}$ ;
- détecteurs D,  $D_0$ ,  $D_1$ ;
- perte ajoutée admissible due aux raccords temporaires;
- écarts par rapport aux procédures d'essai normalisées;
- domaine des longueurs d'onde de mesure;
- raccords temporaires;
- exigences fonctionnelles.

#### 4.3.7 Dépendance de la perte d'insertion et de la puissance réfléchie par rapport à la polarisation

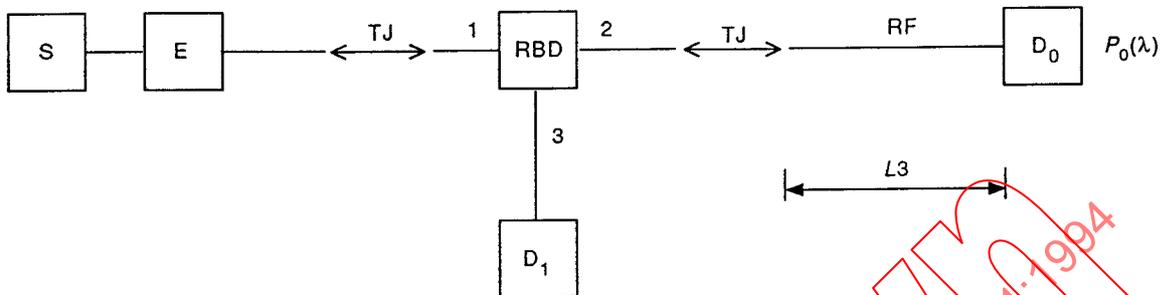
A l'étude.

#### 4.3.8 Dépendance modale de la perte d'insertion et de la puissance réfléchie

A l'étude.

In the following method, the adjustable wavelength element (monochromator, filters, etc.) is considered to be an integral component of the source unit:

a) In accordance with the following diagram, measure and record power levels  $P_0(\lambda)$ , while scanning the adjustable wavelength element through the specified wavelength range:



b) to e) Continue the measurement as above according to 4.3.5, to obtain  $P_0'(\lambda)$  and  $P_1'(\lambda)$  and hence calculate the wavelength dependent return loss value  $RL(\lambda)$ .

#### 4.3.6.4 Details to be specified

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

- fibre lengths  $L_1$ ,  $L'_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$ ,  $L_4$  and  $L_5$ ;
- source unit S;
- excitation unit E;
- launch conditions;
- reference branching device,  $t_{12}$  and  $t_{13}$ ;
- detector units D,  $D_0$ ,  $D_1$ ;
- allowable added loss due to temporary joints;
- deviation from standard test procedures;
- measurement wavelength range;
- temporary joints;
- performance requirements.

#### 4.3.7 Polarization dependence of insertion loss and return loss

Under consideration.

#### 4.3.8 Modal dependence of insertion loss and return loss

Under consideration.

4.3.9 Variation du facteur de transmission

4.3.9.1 But

Cette procédure a pour but de mesurer la variation du facteur de transmission susceptible de résulter d'un essai d'environnement.

4.3.9.2 Description générale

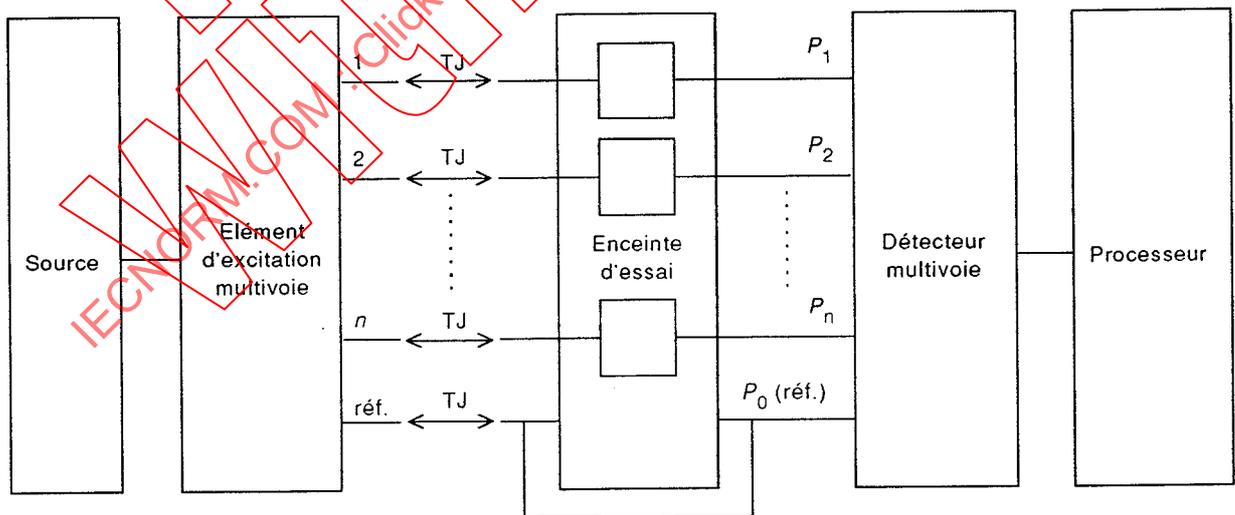
Cette procédure permet de contrôler le facteur de transmission pendant une période donnée. Elle est utilisée conjointement avec les essais mécaniques, climatiques ou d'environnement d'un commutateur. Comme le montre la figure 3, cette configuration d'essai est fréquemment adoptée car elle permet de contrôler simultanément plusieurs commutateurs soumis au même essai.

4.3.9.3 Appareillage

L'appareillage est constitué des éléments suivants:

- une source;
- un élément d'excitation multivoie;
- un détecteur multivoie;
- des raccords temporaires permettant de relier les commutateurs à la source et aux détecteurs;
- l'instrumentation électronique nécessaire à l'acquisition des données.

La figure 3 montre le schéma de principe du dispositif de mesure pour les commutateurs en configuration A.



NOTE - Les exigences concernant l'enceinte d'essai sont définies dans la procédure d'essai d'environnement.

Figure 3

4.3.9 Change in transmittance

4.3.9.1 Purpose

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

4.3.9.2 General description

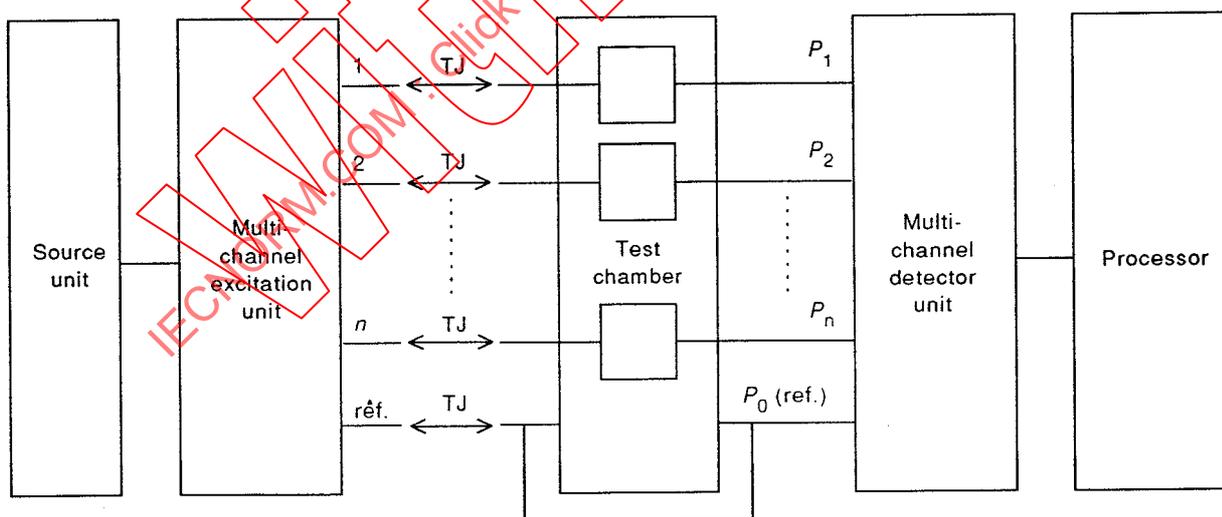
This procedure is used to monitor the transmittance over a period of time. It is employed in conjunction with mechanical, climatic or environmental testing of a switch. As illustrated in figure 3, this test is frequently configured so as to simultaneously monitor several switches undergoing the same test.

4.3.9.3 Apparatus

The apparatus consists of:

- a source unit;
- a multi-channel excitation unit;
- a multi-channel detector unit;
- temporary joints for attaching the switches to the source and detectors;
- electronic instrumentation for data acquisition.

The measurement set-up for configuration A switches is functionally illustrated in figure 3.



NOTE - The test chamber requirements are defined in the environmental test.

Figure 3

### *Source et élément d'excitation multivoie*

Les voies multiples de puissance optique sont obtenues en injectant la puissance optique d'une source unique dans un élément d'excitation multivoie. Les conditions de stabilité de la source et de l'injection sont précisées dans la spécification particulière.

La source doit émettre sur des longueurs d'onde adaptées aux fibres utilisées pour l'essai. La puissance doit être modulée ou non afin d'obtenir la sensibilité et la stabilité requises du système.

### *Détecteurs*

La zone active des détecteurs doit être suffisamment importante et ceux-ci doivent être placés assez près de l'extrémité de la fibre pour détecter toutes les radiations émises par cette dernière. Les détecteurs individuels peuvent ne pas avoir leur sensibilité de crête adaptée et ne pas être étalonnés en valeur absolue lorsque la linéarité peut être assurée.

Dans le cas de signaux non modulés, l'utilisation de diodes PIN photovoltaïques est recommandée à cause de leur linéarité et de leur faible courant d'obscurité. Ces éléments doivent fonctionner dans un environnement électronique correctement filtré, afin de réduire le bruit.

Dans le cas de signaux modulés, l'utilisation de diodes PIN photoconductrices est recommandée à cause de leur faible bruit et de leur bonne réponse en fréquence. Ces éléments doivent fonctionner dans un environnement électronique correctement réglé, afin de réduire le bruit. Les techniques de détection synchronisée peuvent être employées en vue d'obtenir un rapport signal/bruit maximal.

### *Raccords temporaires*

Les raccords temporaires TJ doivent être suffisamment stables pendant la période de contrôle exigée.

Des connecteurs du commerce, des épissures par fusion ou toute autre méthode permettant de satisfaire aux exigences de stabilité peuvent être utilisés.

### *Extracteurs de modes de gaine*

Des précautions doivent être prises afin de s'assurer que les modes de gaine n'affectent pas les mesures. Ces modes doivent être extraits soit par une fonction naturelle de la longueur de fibre soit par addition d'un extracteur de modes de gaine sur les portes d'entrée et de sortie de chaque dispositif en essai.

### *Processeur*

La sortie de l'instrument peut être analogique ou numérique. Les dispositifs d'affichage ou d'enregistrement peuvent être multiples – état ou rapport mathématique, ce dernier étant le plus pratique. Les dispositifs préconisés pour convertir la sortie du détecteur en un rapport sont les voltmètres numériques ou un amplificateur synchrone pouvant traiter des rapports, un module diviseur de tension, des amplificateurs de rapport ou des convertisseurs analogiques-numériques avec possibilité de branchement d'une entrée de référence externe.

### *Source unit/multichannel excitation unit*

The multiple channels of optical power are achieved by using a single optical source launching power into a multichannel excitation unit. The source stability and launch conditions are prescribed in the detail specification.

The source unit shall emit wavelengths suitable for the fibres used in the test. The power shall be modulated or unmodulated as required to achieve the required sensitivity and stability of the system.

### *Detectors*

The detectors shall be of sufficient active area and placed sufficiently close to the end of the fibre to detect all radiation emitted from it. The individual detectors need not be matched in peak responsiveness 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 ratio.

### *Temporary joints*

The temporary joints, TJ, shall be sufficiently stable over the required monitoring period.

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

### *Cladding mode strippers*

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 strippers on both the input and output ports of each device under test.

### *Processor*

Instrument output may be analogue or digital. Read-out or recording devices may be multiple – record or ratio, the latter being more convenient. Suggested devices for conversion of the detector output to a ratio include digital voltmeters or locking amplifier with ratio capability, a voltage divider module, ratio amplifiers or A/D converters with provision for an external reference input.

4.3.9.4 Procédure

- a) Positionner la fibre de référence. Elle doit être identique à celle utilisée avec le spécimen d'essai et doit être protégée contre les conditions d'environnement susceptibles de modifier ses caractéristiques d'atténuation.
- b) Installer les spécimens d'essai.
- c) Stabiliser et enregistrer tous les niveaux de puissance. Au moment initial prescrit dans la spécification particulière, enregistrer les niveaux de puissance de chaque spécimen et celui de la fibre de référence. Ce niveau de puissance est désigné par  $P_i$ .
- d) Au moment prescrit par la spécification en vigueur, lire les niveaux de puissance de chaque spécimen d'essai et celui de la fibre de référence. Ce niveau de puissance est désigné par  $P_t$ .
- e) Calculer la variation du facteur de transmission à l'aide de l'équation suivante:

$$\text{variation non corrigée du facteur de transmission (dB)} = 10 \log \left[ \frac{P_i}{P_t} \right]$$

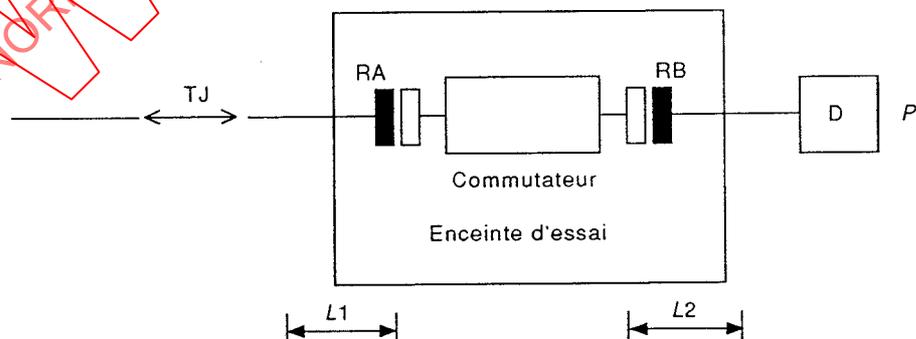
- f) Corriger chacune des variations du facteur de transmission non corrigée de chaque spécimen par soustraction de la variation du facteur de transmission de la fibre de référence.

Ce calcul doit être effectué pour chaque spécimen ainsi que pour la fibre de référence.

NOTES

- 1 Pour les commutateurs de configuration B ou C, il est nécessaire d'utiliser des jeux de connecteurs de référence avec fibres amorces (RA et RB), conformément aux schémas suivants. Dans ce cas, les résultats obtenus tiennent compte des connecteurs installés dans l'enceinte d'essai avec le commutateur.
- 2 La fibre ou le câble de la voie «réf.» est identique à la fibre ou au câble du commutateur et peut, le cas échéant, se trouver dans l'enceinte d'essai. Cela compense les effets dus à l'environnement agissant sur toute fibre ou câble complémentaire raccordé aux portes du commutateur sur les autres voies, pour les besoins de mesure, mais ne faisant pas partie du dispositif indiqué dans la spécification particulière. L'emploi éventuel de cette variante de la procédure d'essai doit être précisé dans la spécification particulière.

Configuration B



## 4.3.9.4 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 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 the reference fibre. This power level is designated  $P_t$ .
- e) Calculate the change in transmittance using the following equation:

$$\text{uncorrected transmittance change (dB)} = 10 \log \left[ \frac{P_i}{P_t} \right]$$

- f) Correct each specimen's uncorrected transmittance change by subtracting the transmittance change for the reference fibre.

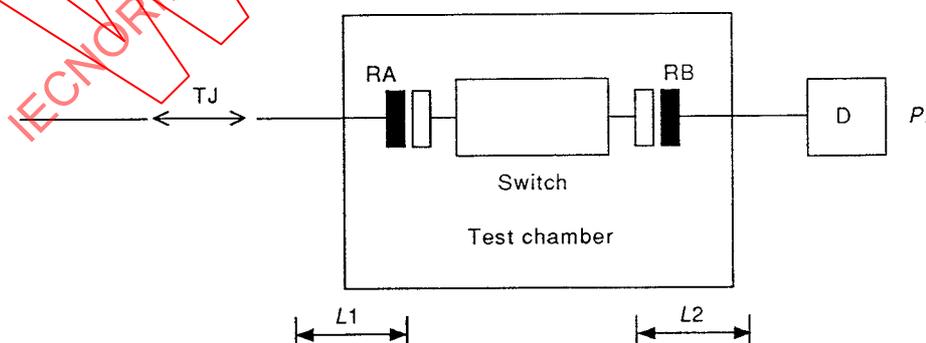
This calculation shall be made for each specimen and for the reference fibre.

## NOTES

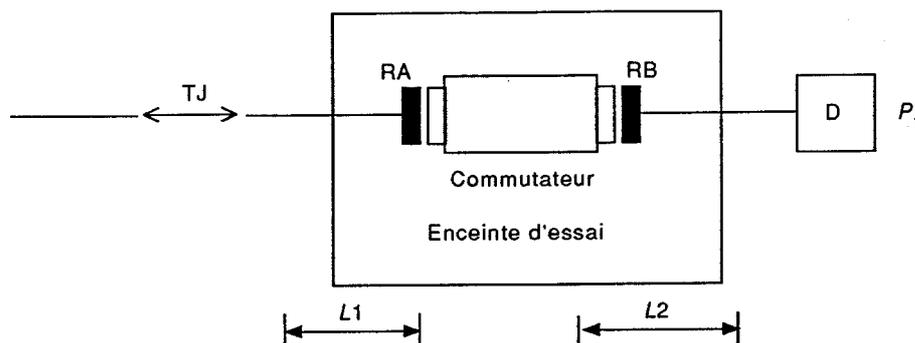
1 For configuration B or C switches, it is necessary to employ pigtailed reference connector sets (RA and RB), as shown in the following diagrams. In these cases, the results obtained include contributions from the attached connectors, which are located within the test chamber along with the rest of the switch.

2 The fibre/cable included in channel "ref." is identical to the switch fibre/cable and may, where appropriate, be contained in the test chamber. This compensates for environmental effects on any additional fibre/cable which is attached to the switch ports in the other channels for measurement purposes but is not part of the device specified in the detail specification. This variation in the test procedure, if employed, shall be indicated in the detail specification.

## Configuration B



*Configuration C*



**4.3.9.5 Détails à spécifier**

Les détails suivants, si applicables, doivent être précisés dans la spécification particulière:

- source S;
- élément d'excitation E;
- conditions d'injection;
- détecteur D;
- extracteur de mode de gaine;
- longueurs de fibres  $L1$ ,  $L2$ ;
- exigences fonctionnelles;
- intervalles de mesure;
- écarts par rapport à la procédure d'essai normalisée;
- fibre de référence.

**4.3.10 Puissance absorbée maximale**

**4.3.10.1 But**

Cet essai mesure l'aptitude d'un commutateur à fonctionner sans détérioration irréversible lorsqu'il est soumis à une forte puissance optique en entrée (onde pulsée ou entretenue).

**4.3.10.2 Description générale**

L'essai sera effectué sur un commutateur ayant déjà été mesuré. Toute modification des caractéristiques du commutateur révélée par cet essai est normalement le signe d'une détérioration irréversible. Les paramètres à mesurer ainsi que les modifications admissibles doivent être précisés dans la spécification particulière.

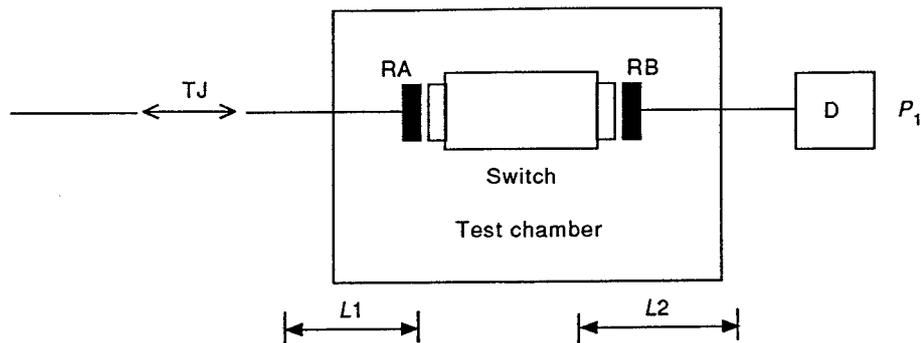
**AVERTISSEMENT**

Cet essai peut être dangereux (blessure aux yeux) étant donné les niveaux de puissance mis en oeuvre (voir CEI 825-2).

**4.3.10.3 Appareillage**

Sauf indication contraire dans la spécification particulière, l'appareillage d'essai suivant doit être utilisé:



*Configuration C***4.3.9.5 Details to be specified**

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

- source unit S;
- excitation unit E;
- launch mode conditions;
- detector unit D;
- cladding mode stripper;
- fibre lengths  $L1$ ,  $L2$ ;
- performance requirements;
- measurement intervals;
- deviation from standard test procedure;
- reference fibre.

**4.3.10 Maximum input power****4.3.10.1 Purpose**

This test measures the ability of a switch to operate without permanent damage when subjected to a high optical power input, pulsed or continuous wave (CW).

**4.3.10.2 General description**

The test will be performed on a switch which has previously been measured. Changes in the switch characteristics resulting from this test will normally indicate permanent damage. The parameters to be measured and the allowable changes will be specified in the detail specification.

**WARNING**

There are potential hazards (eye damage) associated with power levels involved in this test. Refer to IEC 825-2.

**4.3.10.3 Apparatus**

Unless otherwise stated in the detail specification, the following test apparatus shall be used:



La source doit être un laser à forte puissance avec une sortie émettant dans la plage nominale de longueurs d'onde du commutateur. Le niveau de la puissance d'injection (onde entretenue et/ou pulsée) doit être précisé dans la spécification particulière. Dans le cas d'un commutateur variable, ce niveau de puissance peut dépendre des réglages d'atténuation.

#### 4.3.10.4 Procédure

##### a) Essai en onde entretenue

Le rayonnement d'une source d'ondes entretenues de forte puissance est injecté dans la porte d'entrée d'un commutateur de manière à saturer la fibre de la porte d'entrée. Après l'injection de la puissance dans le commutateur pendant la durée indiquée, mesurer de nouveau les paramètres du commutateur en utilisant une source de faible puissance, puis calculer les modifications des caractéristiques.

##### b) Essai en onde pulsée

L'essai doit être effectué de la même manière qu'en 4.3.10.4 a) mais une source à onde pulsée doit être utilisée.

#### 4.3.10.5 Détails à spécifier

Les détails suivants, si applicables, doivent être précisés dans la spécification particulière:

- paramètres à mesurer avant et après l'essai à forte puissance ainsi que les modifications admissibles;
- puissance(s) d'injection pour l'essai à forte puissance;
- durée de l'essai à forte puissance;
- écarts par rapport à la procédure d'essai normalisée;
- exigences fonctionnelles.

Pour l'essai en onde pulsée, les paramètres complémentaires suivants doivent être précisés dans la spécification particulière:

- puissance de crête;
- largeur d'impulsion et fréquence de récurrence;
- durée de l'essai à forte puissance ou nombre d'impulsions.

#### 4.3.11 Temps de commutation et de rebondissement

##### 4.3.11.1 But

Cette procédure a pour but de mesurer les temps de commutation et de rebondissement lorsque l'énergie de commande est appliquée ou supprimée dans le but de changer l'état du commutateur.

Cet essai permet de déterminer le coefficient correspondant de la matrice de temps de commutation.

The source shall be a high power laser with an output within the nominal operating wavelength range of the switch. The launch power level (CW and/or pulsed) shall be specified in the detail specification. For a variable switch this power level may depend on the attenuation settings.

#### 4.3.10.4 Procedure

##### a) CW test

Power from a CW high power source is launched into the input port of a switch such that it fully fills the input port fibre. After the high power has been launched into the switch for a specified length of time, the parameters of the switch are remeasured using a low power source and the changes in characteristics calculated.

##### b) Pulse test

The test shall be carried out as in 4.3.10.4 a) except that a pulsed source shall be used.

#### 4.3.10.5 Details to be specified

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

- parameters to be measured before and after the high power test and the allowable changes;
- launch power(s) for the high power exposure;
- duration of the high power exposure;
- deviation from standard test procedure;
- performance requirement.

For the pulse test, the following additional test parameters shall be specified in the detail specification:

- peak pulse power;
- pulse width and repetition rate;
- duration of high power exposure or number of pulses.

#### 4.3.11 Switching time and bounce time

##### 4.3.11.1 Purpose

The purpose of this procedure is to measure the switching time and bounce time when the actuation energy is initially supplied or removed to change the state of the switch.

This test will permit the definition of the relevant coefficient of the switching time matrix.

#### 4.3.11.2 Description générale

Lorsque l'énergie de commande indiquée dans la spécification particulière est appliquée ou supprimée, le signal de commande et la variation du signal de sortie optique sont observés simultanément sur l'écran d'un oscilloscope afin de mesurer les temps de commutation et de rebondissement.

#### 4.3.11.3 Appareillage

L'appareillage doit être constitué des éléments suivants:

- source S;
- élément d'excitation E;
- détecteur D;
- source d'énergie de commande;
- oscilloscope;
- terminaison antireflet.

En outre, selon la méthode utilisée, l'appareillage suivant est exigé:

- raccords temporaires TJ;
- fibre de référence et jeu de connecteurs.

#### Source d'énergie de commande

Les temps de montée et de retombée du signal de commande doivent permettre de mesurer les temps de commutation et de rebond avec la précision indiquée dans la spécification particulière.

#### Détecteur

Le détecteur doit être suffisamment rapide pour permettre la mesure des temps de commutation et de rebondissement avec la précision indiquée dans la spécification particulière.

#### Oscilloscope

L'oscilloscope doit comporter une fonction mémoire, et avoir une bande passante et une précision suffisantes.

#### 4.3.11.4 Procédure

##### Méthode 1

Cette méthode s'applique à un commutateur de configuration A.

- a) Préparer le dispositif de mesure des temps de commutation et de rebondissement, comme indiqué sur la figure 4.

#### 4.3.11.2 *General description*

When the actuation energy specified in the detail specification is supplied or removed, the actuation signal and optical output change are observed simultaneously on the oscilloscope display to measure the switching time or bounce time.

#### 4.3.11.3 *Apparatus*

The apparatus shall consist of the following:

- source unit S;
- excitation unit E;
- detector unit D;
- actuation energy supply;
- oscilloscope;
- anti-reflection termination.

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

- temporary joints TJ;
- a reference fibre and connector set.

#### *Actuation energy supply*

The actuation signal rise and fall time shall be sufficient to measure the switching time and bounce time to the accuracy specified in the detail specification.

#### *Detector unit*

The detector unit shall have sufficient speed to measure the switching time and bounce time to the accuracy specified in the detail specification.

#### *Oscilloscope*

The oscilloscope shall have a storage function, and sufficient bandwidth and accuracy.

#### 4.3.11.4 *Procedure*

##### *Method 1*

This method applies to a configuration A switch.

- a) Configure the switching time and bounce time measurement set-up as shown in figure 4.

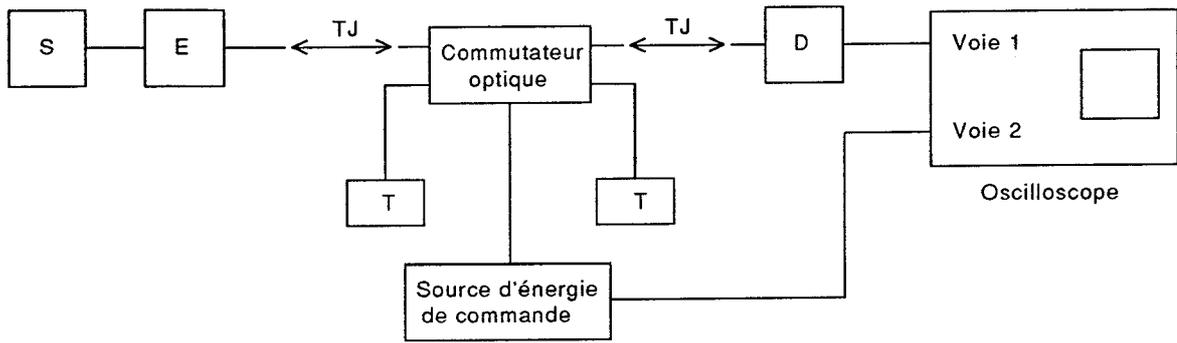


Figure 4

- b) Relier la sortie du détecteur à la voie 1 de l'oscilloscope.
- c) Relier la source d'énergie de commande au commutateur optique et à la voie 2 de l'oscilloscope, comme indiqué sur la figure 4.
- d) Lorsque l'énergie de commande précisée dans la spécification particulière est appliquée ou supprimée, mesurer les temps de commutation et de rebondissement, comme indiqué sur la figure 5.

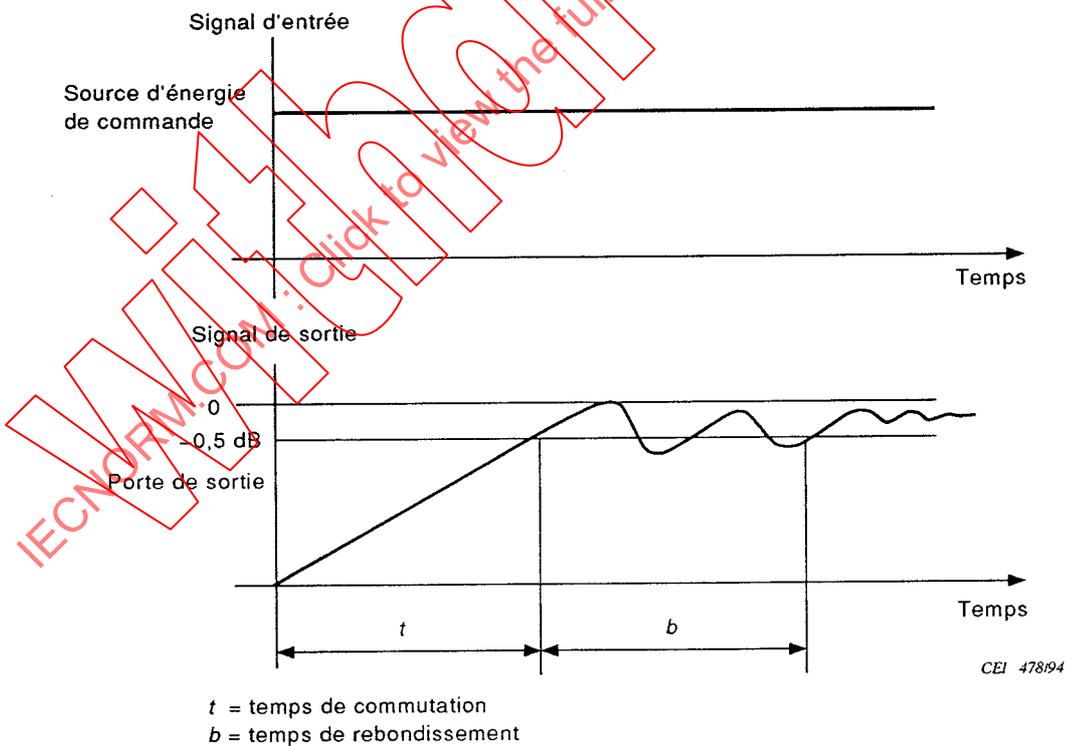


Figure 5 - Exemple de deux portes passant à l'état conducteur

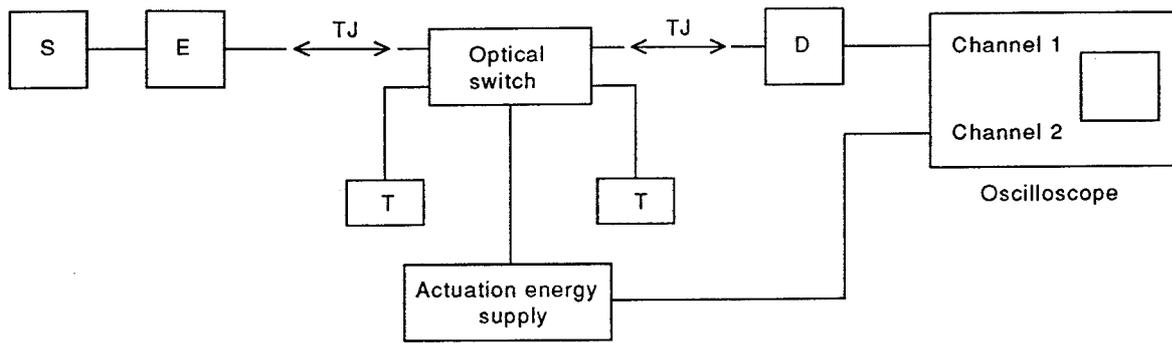


Figure 4

- b) Connect the detector output to channel 1 of the oscilloscope.
- c) Connect the actuation energy supply to the optical switch and channel 2 of the oscilloscope as shown in figure 4.
- d) When the actuation energy specified in the detail specification is supplied or removed, measure the switching time and bounce time as shown in figure 5.

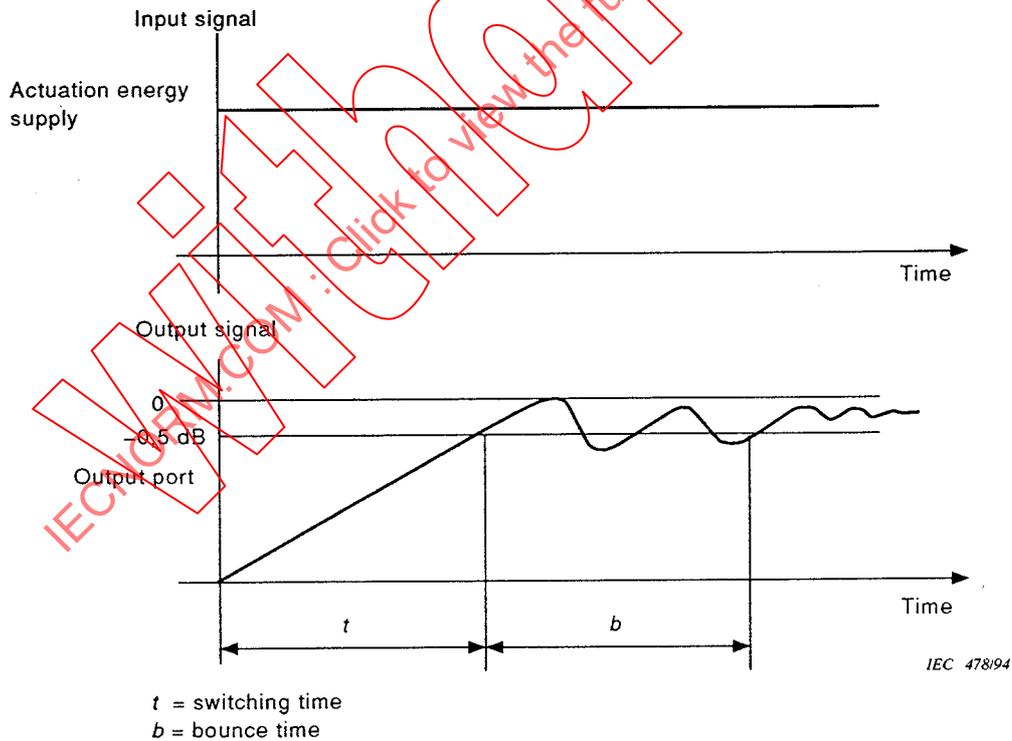


Figure 5 – Example of two ports being turned on to a conducting state

*Méthode 2*

Cette méthode s'applique aux commutateurs de configurations B et C.

- a) Préparer le dispositif de mesure des temps de commutation et de rebondissement comme indiqué sur la figure 6.

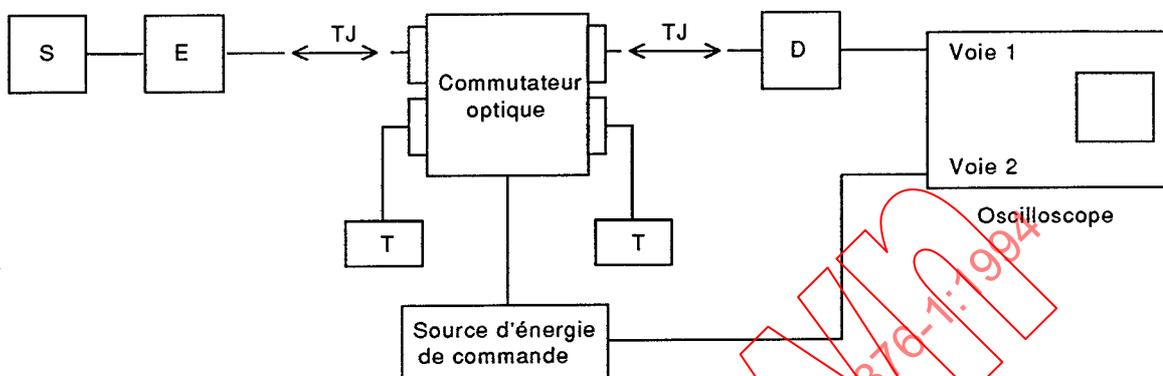


Figure 6

- b) Relier la sortie du détecteur à la voie 1 de l'oscilloscope.  
 c) Relier la source d'énergie de commande au commutateur optique et à la voie 2 de l'oscilloscope, comme indiqué sur la figure 6.  
 d) Lorsque l'énergie de commande précisée dans la spécification particulière est appliquée ou supprimée, mesurer les temps de commutation et de rebondissement, comme indiqué sur la figure 5.

4.3.11.5 *Détails à spécifier*

Les détails suivants, si applicables, doivent être précisés dans la spécification particulière:

- méthode 1 ou 2;
- source S;
- élément d'excitation E;
- détecteur D;
- oscilloscope;
- fibre de référence;
- jeu de connecteurs de référence;
- raccord temporaire;
- terminaison antireflet;
- exigences fonctionnelles;
- écarts par rapport à la procédure d'essai normalisée.

4.3.12 *Répétabilité*

A l'étude.

4.3.13 *Stabilité de contrôle*

A l'étude.

*Method 2*

This method applies to configuration B and C switches.

- a) Configure the switching time measurement set-up as shown in figure 6.

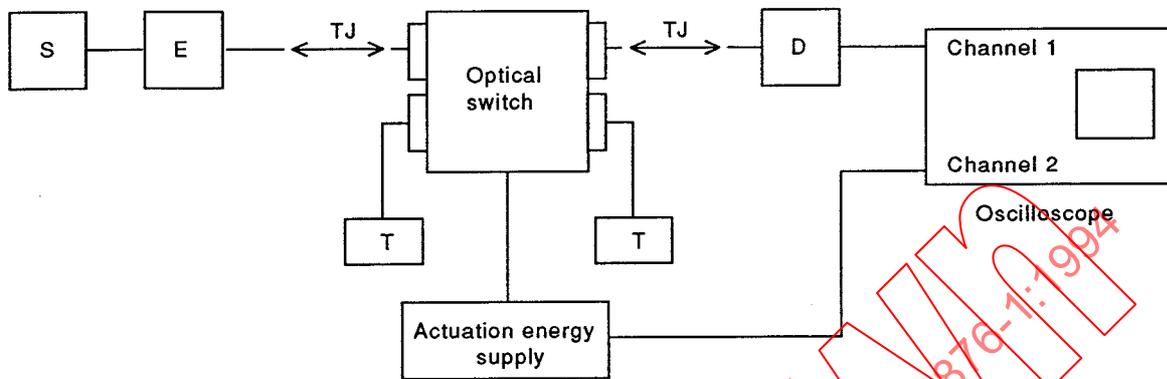


Figure 6

- b) Connect the detector output to channel 1 of the oscilloscope.
- c) Connect the actuation energy supply to the optical switch and channel 2 of the oscilloscope as shown in figure 6.
- d) When the actuation energy specified in the detail specification is supplied or removed, measure the switching time and bounce time as shown in figure 5.

#### 4.3.11.5 Details to be specified

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

- method 1 or 2;
- source unit S;
- excitation unit E;
- detector unit D;
- oscilloscope;
- reference fibre;
- reference connector set;
- temporary joint;
- anti-reflection termination;
- performance requirement;
- deviation from standard test procedure.

#### 4.3.12 Repeatability

Under consideration.

#### 4.3.13 Control stability

Under consideration.

#### 4.4 Procédures d'essais d'environnement

Les procédures d'essais d'environnement à utiliser pour les essais d'assurance de la qualité peuvent être sélectionnées dans la liste non limitative du tableau 3.

Ces essais peuvent entraîner, entre autres, les effets suivants:

- les détériorations physiques telles que desserrage de pièces, usure, déformation physique et ruptures de fatigue des pièces mécaniques;
- les modifications temporaires ou permanentes des caractéristiques optiques du spécimen;
- la détérioration mécanique du commutateur.

Ces effets peuvent être évalués en effectuant des mesures avant, pendant et après l'essai, selon le cas. Les mesures à effectuer, les temps auxquels elles doivent l'être et les exigences à satisfaire doivent être précisés dans la spécification appropriée.

**Tableau 3 – Liste des procédures d'essais d'environnement**

Procédure	Paragraphe
Vibrations	4.4.1
Efficacité de la rétention de la fibre ou de l'embout	4.4.2
Charge statique	4.4.3
Effort de traction	4.4.4
Effort de torsion	4.4.5
Résistance du mécanisme de couplage	4.4.6
Moment de flexion	4.4.7
Secousses	4.4.8
Chocs	4.4.9
Résistance à la compression	4.4.10
Compression axiale	4.4.11
Impact	4.4.12
Accélération	4.4.13
Chute	4.4.14
Couple de serrage	4.4.15
Moisissures	4.4.16
Froid	4.4.17
Chaleur sèche	4.4.18
Chaleur humide (essai en continu)	4.4.19
Séquence climatique	4.4.20
Condensation	4.4.21
Variation rapide de température	4.4.22
Étanchéité (commutateurs étanches)	4.4.23
Étanchéité (immersion dans l'eau)	4.4.24
Étanchéité (herméticité)	4.4.25
Brouillard salin	4.4.26
Poussière	4.4.27
Atmosphère industrielle	4.4.28
Basse pression d'air	4.4.29
Rayonnement solaire	4.4.30
Rayonnement nucléaire	4.4.31
Endurance mécanique	4.4.32
Endurance à haute température	4.4.33
Résistance aux solvants et aux fluides contaminants	4.4.34
Nutation du câble	4.4.35
Inflammabilité	4.4.36

#### 4.4 Environmental test procedures

The environmental test procedures to be used for quality assessment testing may be selected from but are not limited to the tests listed in table 3.

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 switch.

These 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.

**Table 3 – List of environmental test procedures**

Procedure	Subclause
Vibration	4.4.1
Effectiveness of fibre or ferrule retention	4.4.2
Static load	4.4.3
Pulling	4.4.4
Torsion	4.4.5
Strength of coupling mechanism	4.4.6
Bending moment	4.4.7
Bump	4.4.8
Shock	4.4.9
Crush resistance	4.4.10
Axial compression	4.4.11
Impact	4.4.12
Acceleration	4.4.13
Drop	4.4.14
Coupling proof torque	4.4.15
Mould growth	4.4.16
Cold	4.4.17
Dry heat	4.4.18
Damp heat (steady state)	4.4.19
Climatic sequence	4.4.20
Condensation	4.4.21
Rapid change of temperature	4.4.22
Sealing (sealed switches)	4.4.23
Sealing (water immersion)	4.4.24
Sealing (hermetic)	4.4.25
Salt mist	4.4.26
Dust	4.4.27
Industrial atmosphere	4.4.28
Low air pressure	4.4.29
Solar radiation	4.4.30
Nuclear radiation	4.4.31
Mechanical endurance	4.4.32
High temperature endurances	4.4.33
Resistance to solvents and contaminating fluids	4.4.34
Cable nutation	4.4.35
Flammability	4.4.36

#### 4.4.1 Vibrations (sinusoïdales)

Cette procédure est exécutée conformément à l'essai Fc de la CEI 68-2-6.

##### 4.4.1.1 But

Cette procédure a pour but d'évaluer les effets des vibrations sur les spécimens dans les gammes de fréquences prédominantes et aux amplitudes susceptibles d'être rencontrées en service. La plupart des vibrations rencontrées en service ne sont pas de simples harmoniques. Toutefois, des essais basés sur ce type de vibrations se sont révélés satisfaisants pour simuler une utilisation réelle.

##### 4.4.1.2 Description générale

Un spécimen est installé sur un générateur de vibrations sinusoïdales. Il est soumis à des vibrations selon trois axes perpendiculaires entre eux dont un est parallèle à l'axe optique. L'amplitude de ces vibrations est exprimée en termes de déplacement constant ou d'accélération constante. Différentes méthodes ont été combinées entre elles et ont permis d'établir les diverses procédures indiquées dans l'essai Fc de la CEI 68-2-6.

##### 4.4.1.3 Appareillage

L'appareillage consiste en:

- un générateur de vibrations;
- des dispositifs appropriés pour le montage du spécimen.

L'appareillage doit être conforme aux spécifications de l'essai Fc de la CEI 68-2-6.

##### 4.4.1.4 Procédure

Appliquer la procédure indiquée dans l'essai Fc de la CEI 68-2-6. Le spécimen est soumis à des vibrations selon trois axes perpendiculaires entre eux. La mesure de l'endurance aux vibrations doit être effectuée par balayage de fréquence.

##### 4.4.1.5 Sévérité

La sévérité consiste en une combinaison de plages de fréquences, d'amplitudes de vibrations et d'une durée d'endurance sur chacun des trois axes. La sévérité doit être définie dans la spécification particulière.

Les sévérités préférentielles suivantes, qui ne sont pas obligatoires, peuvent être spécifiées pour cette procédure:

Gamme de fréquences	Amplitude des vibrations
10 Hz à 55 Hz 10 Hz à 150 Hz 10 Hz à 500 Hz 10 Hz à 2 000 Hz 10 Hz à 5 000 Hz	Déplacement constant de 0,75 mm (jusqu'à 60 Hz) Accélération constante de 98 m/s <sup>2</sup> (au-dessus de 60 Hz)

#### 4.4.1 *Vibration (sinusoidal)*

This procedure is conducted in accordance with IEC 68-2-6, test Fc.

##### 4.4.1.1 *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 vibration encountered in field service is not of a simple harmonic nature. However, tests based on vibrations of this type have proved satisfactory to simulate actual field service.

##### 4.4.1.2 *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 IEC 68-2-6, test Fc.

##### 4.4.1.3 *Apparatus*

The apparatus consists of:

- a vibration generator;
- suitable specimen mounting fixtures.

The apparatus shall be in accordance with IEC 68-2-6, test Fc.

##### 4.4.1.4 *Procedure*

Conduct the procedure in accordance with IEC 68-2-6, test Fc. The specimen shall be vibrated in three mutually perpendicular axes. The vibration endurance shall be performed by sweeping.

##### 4.4.1.5 *Severity*

The severity consists of the combination of frequency range, vibration amplitude and endurance duration per axis. The severity shall be specified in the detail specification.

The following preferred severities are non-mandatory severities which may be specified for this procedure:

Frequency range	Vibration amplitude
10 Hz to 55 Hz	0,75 mm constant displacement (up to 60 Hz) 98 m/s <sup>2</sup> constant acceleration (above 60 Hz)
10 Hz to 150 Hz	
10 Hz to 500 Hz	
10 Hz to 2 000 Hz	
10 Hz to 5 000 Hz	

Durée de l'endurance par axe	10 min dans chacune des directions précisées 30 min dans chacune des directions précisées
------------------------------	--

#### 4.4.1.6 *Détails à spécifier*

Les détails suivants, si applicables, doivent être précisés dans la spécification particulière:

- gamme de fréquences;
- amplitude des vibrations;
- durée de l'endurance par axe;
- méthode d'installation;
- fonctionnement optique ou non du spécimen;
- procédure de préconditionnement;
- procédure de reprise;
- mesures initiales et exigences fonctionnelles;
- mesures pendant l'essai et exigences fonctionnelles;
- mesures finales et exigences fonctionnelles;
- écarts par rapport à la procédure d'essai normalisée.

#### 4.4.2 *Efficacité de la rétention de la fibre ou de l'embout*

##### 4.4.2.1 *But*

Cet essai s'applique aux commutateurs équipés de connecteurs (configurations B, C et D).

Cette procédure a pour but de s'assurer que le dispositif de rétention ou de fixation de la fibre ou de l'embout sur le connecteur peut supporter les efforts mécaniques susceptibles d'être appliqués pendant les opérations d'assemblage ou les manipulations.

##### 4.4.2.2 *Description générale*

Le corps du jeu de connecteurs assemblés et raccordés est fixé sur un dispositif de serrage rigide, puis on applique une force longitudinale et/ou un couple sur la fibre ou l'embout.

##### 4.4.2.3 *Appareillage*

L'appareillage est constitué des éléments suivants:

- un générateur de forces capable d'appliquer progressivement les charges requises au taux spécifié;
- un dispositif de serrage approprié permettant d'appliquer la ou les charges sur la fibre ou l'embout;
- un dispositif de serrage fixe pour maintenir fermement le spécimen.

Endurance duration per axis	10 min in each specified direction 30 min in each specified direction
-----------------------------	--

#### 4.4.1.6 *Details to be specified*

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

- frequency range;
- vibration amplitude;
- endurance duration per axis;
- method of mounting;
- 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 from standard test procedure.

#### 4.4.2 *Effectiveness of fibre or ferrule retention*

##### 4.4.2.1 *Purpose*

This test is applicable to switches with connectors (configurations B, C and D).

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.

##### 4.4.2.2 *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.

##### 4.4.2.3 *Apparatus*

The apparatus consists of:

- a force generator capable of smoothly applying the specified force at the specified rate;
- a suitable clamping device to apply the load(s) to the fibre or the ferrule;
- a fixed clamping device to securely hold the specimen.

#### 4.4.2.4 Procédure

- a) Fixer fermement le spécimen sur le dispositif de serrage fixe.
- b) Fixer le dispositif de serrage sur la fibre ou sur l'embout.
- c) Appliquer progressivement la charge au taux prescrit.
- d) Maintenir cette charge pendant un minimum de 10 s.

#### 4.4.2.5 Sévérité

La sévérité est représentée par l'amplitude de la charge. Elle doit être donnée dans la spécification particulière.

#### 4.4.2.6 Détails à spécifier

Les détails suivants, si applicables, doivent être précisés dans la spécification particulière:

- amplitude et direction de la ou des charges;
- taux d'application de la ou des charges;
- point d'application de la ou des charges;
- fonctionnement optique ou non du spécimen;
- procédure de préconditionnement;
- procédure de reprise;
- mesures initiales et exigences fonctionnelles;
- mesures pendant l'essai et exigences fonctionnelles;
- mesures finales et exigences fonctionnelles;
- écarts par rapport à la procédure d'essai normalisée.

#### 4.4.3 Charge statique

##### 4.4.3.1 But

Cet essai s'applique aux commutateurs équipés de connecteurs. Le but de cette procédure est de vérifier qu'un jeu de connecteurs monté sur un tableau peut supporter les forces de cisaillement susceptibles de se produire en cours d'utilisation.

##### 4.4.3.2 Description générale

Le spécimen est monté sur une plaque métallique afin de simuler une installation normale. Une force de cisaillement constante est appliquée progressivement sur le corps des connecteurs.

##### 4.4.3.3 Appareillage

L'appareillage est constitué des éléments suivants:

- un générateur de forces capable d'appliquer progressivement la charge requise au taux spécifié;
- une plaque métallique rigide permettant de fixer fermement le spécimen.

#### 4.4.2.4 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.

#### 4.4.2.5 Severity

The severity consists of the magnitude of the load. The severity shall be given in the detail specification.

#### 4.4.2.6 Details to be specified

The following details, as applicable, shall be specified in the detail 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;
- pre-conditioning procedure;
- recovery procedure;
- initial measurements and performance requirements;
- measurements during test and performance requirements;
- final measurements and performance requirements;
- deviations from standard test procedure.

#### 4.4.3 Static load

##### 4.4.3.1 Purpose

This test is applicable to switches with connectors. 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.

##### 4.4.3.2 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.

##### 4.4.3.3 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.

#### 4.4.3.4 Procédure

- a) Fixer fermement le spécimen sur la plaque métallique.
- b) Appliquer progressivement la charge au point spécifié, au taux défini et selon la ou les direction(s) précisée(s).
- c) Maintenir la charge pendant un minimum de 10 secondes.

#### 4.4.3.5 Sévérité

La sévérité est représentée par l'amplitude de la charge. Elle doit être indiquée dans la spécification particulière.

#### 4.4.3.6 Détails à spécifier

Les détails suivants, si applicables, doivent être précisés dans la spécification particulière:

- amplitude et taux d'application de la charge;
- point d'application et direction de la charge;
- fonctionnement optique ou non du spécimen;
- procédure de préconditionnement;
- procédure de reprise;
- mesures initiales et exigences fonctionnelles;
- mesures pendant l'essai et exigences fonctionnelles;
- mesures finales et exigences fonctionnelles;
- écarts par rapport à la procédure d'essai normalisée.

#### 4.4.4 Effort de traction

##### 4.4.4.1 But

Le but de cette procédure est de vérifier que le dispositif de rétention ou de fixation de la fibre ou du câble optique sur le spécimen peut supporter les charges de traction susceptibles de se produire en cours d'utilisation.

##### 4.4.4.2 Description générale

Le spécimen est fixé de manière rigide et une traction est appliquée sur le câble.

##### 4.4.4.3 Appareillage

L'appareillage est constitué des éléments suivants:

- un générateur de forces capable d'appliquer progressivement les charges de traction au taux requis;
- un dispositif de serrage approprié pour la fibre ou le câble;
- un dispositif de serrage fixe pour le commutateur.

##### 4.4.4.4 Procédure

- a) Fixer fermement le spécimen sur le dispositif de serrage fixe.
- b) Fixer le câble au point d'application précisé dans la spécification particulière.
- c) Appliquer progressivement la charge de traction sur le câble.
- d) Maintenir la charge pendant un minimum de 10 s.

#### 4.4.3.4 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.

#### 4.4.3.5 Severity

The severity consists of load magnitude. The severity shall be given in the detail specification.

#### 4.4.3.6 Details to be specified

The following details, as applicable, shall be specified in the detail 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 from standard test procedure.

#### 4.4.4 Pulling

##### 4.4.4.1 Purpose

The purpose of this procedure is to ensure that the captivation or attachment of the fibre/cable to the specimen will withstand tensile loads likely to be applied during normal service.

##### 4.4.4.2 General description

The specimen is rigidly clamped and a tensile load is applied to the cable.

##### 4.4.4.3 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 fibre/cable;
- a fixed clamping device for the switch.

##### 4.4.4.4 Procedure

- a) Securely fix the specimen to the fixed clamping device.
- b) Clamp the cable at the point of application specified in the detail specification.
- c) Smoothly apply the tensile load to the cable.
- d) Maintain the load for 10 s minimum.

#### 4.4.4.5 *Sévérité*

La sévérité est représentée par l'amplitude de la charge de traction. Elle doit être indiquée dans la spécification particulière.

#### 4.4.4.6 *Détails à spécifier*

Les détails suivants, si applicables, doivent être précisés dans la spécification particulière:

- amplitude et taux d'application de la charge de traction;
- point d'application de la charge de traction;
- fonctionnement optique ou non du spécimen;
- procédure de préconditionnement;
- procédure de reprise;
- mesures initiales et exigences fonctionnelles;
- mesures pendant l'essai et exigences fonctionnelles;
- mesures finales et exigences fonctionnelles;
- écarts par rapport à la procédure d'essai normalisée.

#### 4.4.5 *Effort de torsion*

##### 4.4.5.1 *But*

Le but de cette procédure est de vérifier que le dispositif de rétention ou de fixation de la fibre ou du câble optique sur le spécimen peut supporter les charges de torsion susceptibles de se produire en cours d'utilisation.

##### 4.4.5.2 *Description générale*

Le spécimen est fixé de manière rigide et une force de torsion est appliquée sur le câble.

##### 4.4.5.3 *Appareillage*

L'appareillage est constitué des éléments suivants:

- un générateur de forces capable d'appliquer progressivement les charges de torsion au taux requis;
- un dispositif de serrage approprié pour la fibre ou le câble;
- un dispositif de serrage fixe pour le commutateur.

##### 4.4.5.4 *Procédure*

- a) Fixer fermement le spécimen sur le dispositif de serrage fixe.
- b) Fixer le câble au point d'application précisé dans la spécification particulière.
- c) Appliquer progressivement la charge de torsion sur la fibre ou sur le câble.
- d) Maintenir la charge pendant un minimum de 10 s.

##### 4.4.5.5 *Sévérité*

La sévérité est représentée par l'amplitude de la charge de torsion. Elle doit être donnée dans la spécification particulière.

#### 4.4.4.5 *Severity*

The severity consists of the magnitude of the tensile load. The severity shall be specified in the detail specification.

#### 4.4.4.6 *Details to be specified*

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

- 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 from standard test procedure.

#### 4.4.5 *Torsion*

##### 4.4.5.1 *Purpose*

The purpose of this procedure is to ensure that the captivation or attachment of the fibre/cable to the specimen will withstand torsion loads likely to be applied during normal service.

##### 4.4.5.2 *General description*

The specimen is rigidly clamped and a torsion load is applied to the cable.

##### 4.4.5.3 *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 fibre/cable;
- a fixed clamping device for the switch.

##### 4.4.5.4 *Procedure*

- a) Securely fix the specimen to the fixed clamping device.
- b) Clamp the cable at the point of application specified in the detail specification.
- c) Smoothly apply the torsion load to the fibre/cable.
- d) Maintain the load for 10 s minimum.

##### 4.4.5.5 *Severity*

The severity consists of the magnitude of the torsion load. The severity shall be given in the detail specification.

#### 4.4.5.6 *Détails à spécifier*

Les détails suivants, si applicables, doivent être précisés dans la spécification particulière:

- amplitude et taux d'application de la charge de torsion;
- point d'application de la charge de torsion;
- fonctionnement optique ou non du spécimen;
- procédure de préconditionnement;
- procédure de reprise;
- mesures initiales et exigences fonctionnelles;
- mesures pendant l'essai et exigences fonctionnelles;
- mesures finales et exigences fonctionnelles;
- écarts par rapport à la procédure d'essai normalisée.

#### 4.4.6 *Résistance du mécanisme de couplage*

##### 4.4.6.1 *But*

Le but de cette procédure est de vérifier que le mécanisme de couplage d'un isolateur peut supporter les charges axiales susceptibles de se produire en cours d'utilisation. Cet essai s'applique aux commutateurs en configurations B, C et D.

##### 4.4.6.2 *Description générale*

Une charge progressive de traction est appliquée sur un jeu de connecteurs assemblés, dans le sens tendant à séparer les composants.

##### 4.4.6.3 *Appareillage*

L'appareillage est constitué des éléments suivants:

- un générateur de forces capable d'appliquer progressivement la force spécifiée au taux requis;
- les dispositifs de serrage nécessaires;
- une clé dynamométrique (accouplement à vis uniquement).

##### 4.4.6.4 *Procédure*

- a) Assembler correctement le jeu de connecteurs.
- b) Serrer le mécanisme de couplage au couple de serrage normal (accouplement à vis uniquement).
- c) Fixer fermement une moitié du jeu de connecteurs.
- d) Fixer l'autre moitié du connecteur au générateur de force.
- e) Appliquer progressivement la charge de tension aux valeurs spécifiées.
- f) Maintenir la charge pendant un minimum de 10 s.

##### 4.4.6.5 *Sévérité*

La sévérité est représentée par l'amplitude de la charge de tension. Elle doit être indiquée dans la spécification particulière.

#### 4.4.5.6 *Details to be specified*

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

- magnitude and rate of application of the torsion load;
- point of application of the torsion 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 from standard test procedure.

#### 4.4.6 *Strength of coupling mechanism*

##### 4.4.6.1 *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. This test is applicable to configurations B, C and D switches.

##### 4.4.6.2 *General description*

A tensile load is smoothly applied to a mated connector set in a direction to separate the components.

##### 4.4.6.3 *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).

##### 4.4.6.4 *Procedure*

- a) Properly mate the connector set.
- b) Tighten the coupling mechanism to the normal coupling torque (screw coupling mechanisms 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.

##### 4.4.6.5 *Severity*

The severity consists of the magnitude of the tensile load. The severity shall be given in the detail specification.

#### 4.4.6.6 *Détails à spécifier*

Les détails suivants, si applicables, doivent être précisés dans la spécification particulière:

- amplitude et taux d'application de la charge de tension;
- couple de serrage (accouplement à vis uniquement);
- point d'application de la charge de tension;
- fonctionnement optique ou non du spécimen;
- procédure de préconditionnement;
- procédure de reprise;
- mesures initiales et exigences fonctionnelles;
- mesures pendant l'essai et exigences fonctionnelles;
- mesures finales et exigences fonctionnelles;
- écarts par rapport à la procédure d'essai normalisée.

#### 4.4.7 *Moment de flexion*

##### 4.4.7.1 *But*

Le but de cette procédure est de vérifier que le mécanisme de couplage d'un jeu de connecteurs peut supporter les moments de flexion susceptibles de se produire en cours d'utilisation. Cet essai s'applique aux commutateurs avec connecteurs.

##### 4.4.7.2 *Description générale*

Un moment de flexion est appliqué progressivement sur un jeu de connecteurs afin de fléchir l'axe longitudinal.

##### 4.4.7.3 *Appareillage*

L'appareillage est constitué des éléments suivants:

- un générateur de forces capable d'appliquer progressivement la charge spécifiée au taux requis;
- un dispositif de serrage;
- une clé dynamométrique.

##### 4.4.7.4 *Procédure*

- a) Appairer correctement le jeu de connecteurs.
- b) Fixer fermement une moitié du jeu de connecteurs.
- c) Appliquer progressivement une charge sur l'autre moitié du jeu de connecteurs, au point d'application et aux valeurs indiqués dans la spécification particulière.
- d) Maintenir la charge pendant un minimum de 10 s.

##### 4.4.7.5 *Sévérité*

La sévérité est représentée par une combinaison de l'amplitude de la charge et de la position de son point d'application par rapport au point de serrage. Cette sévérité doit être précisée dans la spécification particulière.

#### 4.4.6.6 *Details to be specified*

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

- magnitude and rate of application of the 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 from standard test procedure.

#### 4.4.7 *Bending moment*

##### 4.4.7.1 *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. This test is applicable to switches with connectors.

##### 4.4.7.2 *General description*

A bending moment is smoothly applied to a connector set so as to bend its longitudinal axis.

##### 4.4.7.3 *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.

##### 4.4.7.4 *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 the values specified in the relevant specification.
- d) Maintain the force for 10 s minimum.

##### 4.4.7.5 *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 detail specification.

#### 4.4.7.6 *Détails à spécifier*

Les détails suivants, si applicables, doivent être précisés dans la spécification particulière:

- amplitude et taux d'application de la charge;
- direction(s) et point d'application de la charge, (distance mesurée à partir du point de serrage);
- fonctionnement optique ou non du spécimen;
- procédure de préconditionnement;
- procédure de reprise;
- mesures initiales et exigences fonctionnelles;
- mesures pendant l'essai et exigences fonctionnelles;
- mesures finales et exigences fonctionnelles;
- écarts par rapport à la procédure d'essai normalisée

#### 4.4.8 *Secousses*

Cette procédure est effectuée conformément à l'essai Eb de la CEI 68-2-29.

##### 4.4.8.1 *But*

Le but de cette procédure est de découvrir, dans un spécimen, les dommages ou dégradations accumulés pouvant être provoqués par des chocs répétitifs. Elle peut aussi être utilisée pour évaluer l'intégrité de la structure du spécimen. Elle constitue un moyen de produire, dans le spécimen, des effets semblables à ceux résultant de chocs répétitifs susceptibles de se produire en cours d'utilisation.

##### 4.4.8.2 *Description générale*

Le spécimen est fixé sur un simulateur de secousses générant des impulsions répétées semi-sinusoïdales.

##### 4.4.8.3 *Appareillage*

L'appareillage est constitué des éléments suivants:

- un simulateur de secousses conforme aux exigences de l'essai Eb de la CEI 68-2-29;
- des moyens de fixation conformes aux exigences de l'essai Eb de la CEI 68-2-29.

##### 4.4.8.4 *Procédure*

Appliquer la procédure conformément à l'essai Eb de la CEI 68-2-29.

##### 4.4.8.5 *Sévérité*

La sévérité consiste en une combinaison de l'accélération de crête, de la durée et du nombre de secousses. Elle doit être définie dans la spécification particulière.

#### 4.4.7.6 *Details to be specified*

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

- 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 from standard test procedure.

#### 4.4.8 *Bump*

This procedure is conducted in accordance with IEC 68-2-29, test Eb.

##### 4.4.8.1 *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 switches in service.

##### 4.4.8.2 *General description*

The specimen is fastened to the table of a bump tester and is subjected to repeated half-sine pulses.

##### 4.4.8.3 *Apparatus*

The apparatus consists of:

- a bump tester in accordance with IEC 68-2-29, test Eb;
- a fixing means in accordance with IEC 68-2-29, test Eb.

##### 4.4.8.4 *Procedure*

Conduct the procedure in accordance with IEC 68-2-29, test Eb.

##### 4.4.8.5 *Severity*

The severity consists of the combination of peak acceleration, duration and number of bumps. The severity shall be specified in the detail specification.

Les sévérités préférentielles suivantes, qui ne sont pas obligatoires, peuvent s'appliquer à cette procédure:

Nombre de secousses	4 000 ± 10
Accélération de crête	390 m/s <sup>2</sup> (40 g)
Durée d'impulsion	6 ms

#### 4.4.8.6 *Détails à spécifier*

Les détails suivants, si applicables, doivent être précisés dans la spécification particulière:

- méthode de montage;
- nombre de secousses;
- accélération de crête;
- durée d'impulsion;
- fonctionnement optique ou non du spécimen;
- procédure de préconditionnement;
- procédure de reprise;
- mesures initiales et exigences fonctionnelles;
- mesures pendant l'essai et exigences fonctionnelles;
- mesures finales et exigences fonctionnelles;
- écarts par rapport à la procédure d'essai normalisée.

#### 4.4.9 *Chocs*

Cette procédure est effectuée conformément à l'essai Ea de la CEI 68-2-27.

##### 4.4.9.1 *But*

Le but de cette procédure est de découvrir, dans des spécimens, les faiblesses mécaniques et/ou les dégradations provoquées par des chocs mécaniques non répétitifs. Elle permet de simuler des chocs peu fréquents et non répétitifs susceptibles de se produire en cours d'utilisation ou pendant un transport.

##### 4.4.9.2 *Description générale*

Le spécimen est attaché sur un simulateur de chocs générant des impulsions de choc semi-sinusoïdales.

##### 4.4.9.3 *Appareillage*

L'appareillage est constitué des éléments suivants:

- un simulateur de chocs conforme aux exigences de l'essai Ea de la CEI 68-2-27;
- des moyens de fixation conformes aux exigences de l'essai Ea de la CEI 68-2-27.

##### 4.4.9.4 *Procédure*

Appliquer la procédure conformément à l'essai Ea de la CEI 68-2-27. L'impulsion doit être semi-sinusoïdale.

The following preferred test severities are non-mandatory severities which may be specified for this procedure:

Number of bumps	4 000 ± 10
Peak acceleration	390 m/s <sup>2</sup> (40 g)
Pulse duration	6 ms

#### 4.4.8.6 *Details to be specified*

The following details, as applicable, shall be specified in the detail 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 from standard test procedure.

#### 4.4.9 *Shock*

This procedure is conducted in accordance with IEC 68-2-27, test Ea.

##### 4.4.9.1 *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.

##### 4.4.9.2 *General description*

The specimen is fastened to the table of a shock testing machine and is subjected to half-sine shock pulses.

##### 4.4.9.3 *Apparatus*

The apparatus consists of:

- a shock tester in accordance with IEC 68-2-27, test Ea;
- a fixing means in accordance with IEC 68-2-27, test Ea.

##### 4.4.9.4 *Procedure*

Conduct the procedure in accordance with IEC 68-2-27, test Ea. The pulse shape shall be half-sine.

#### 4.4.9.5 Sévérité

La sévérité consiste en une combinaison de l'accélération de crête et du nombre de chocs. Elle doit être définie dans la spécification particulière.

Les sévérités préférentielles suivantes, qui ne sont pas obligatoires, peuvent s'appliquer à cette procédure:

Accélération de crête	Nombre de chocs
294 m/s <sup>2</sup> (durée d'impulsion: 18 ms)	1
490 m/s <sup>2</sup> (durée d'impulsion: 11 ms)	5
981 m/s <sup>2</sup> (durée d'impulsion: 6 ms)	10
4 900 m/s <sup>2</sup> (durée d'impulsion: 1 ms)	

#### 4.4.9.6 Détails à spécifier

Les détails suivants, si applicables, doivent être précisés dans la spécification particulière:

- accélération de crête;
- nombre de chocs;
- fonctionnement optique ou non du spécimen;
- procédure de préconditionnement;
- procédure de reprise;
- mesures initiales et exigences fonctionnelles;
- mesures pendant l'essai et exigences fonctionnelles;
- mesures finales et exigences fonctionnelles;
- écarts par rapport à la procédure d'essai normalisée.

#### 4.4.10 Résistance à la compression

##### 4.4.10.1 But

Cet essai a pour but d'évaluer l'effet de charges pouvant survenir lorsque les commutateurs se trouvent dans des situations critiques, par exemple lorsque, posés au sol, on marche dessus ou un véhicule roule dessus, etc.

##### 4.4.10.2 Description générale

Le spécimen subit une charge compressive appliquée par l'intermédiaire d'un patin.

##### 4.4.10.3 Appareillage

L'appareillage est constitué des éléments suivants:

- un récipient peu profond ou un plateau de dimensions nominales 300 mm x 300 mm, pouvant recevoir un échantillon de surface représentative d'un sol ou d'un plancher;
- un patin en matériau élastique ou rigide, de dimensions nominales 100 mm x 100 mm, de 12 mm d'épaisseur et collé sur une plaque non élastique;
- un générateur de charge.

#### 4.4.9.5 Severity

The severity consists of the combination of peak acceleration and number of shocks. The severity shall be specified in the detail specification.

The following preferred severities are non-mandatory severities which may be specified for this procedure:

Peak acceleration	Number of shocks
294 m/s <sup>2</sup> (pulse duration: 18 ms)	1
490 m/s <sup>2</sup> (pulse duration: 11 ms)	5
981 m/s <sup>2</sup> (pulse duration: 6 ms)	10
4 900 m/s <sup>2</sup> (pulse duration: 1 ms)	

#### 4.4.9.6 Details to be specified

The following details, as applicable, shall be specified in the detail 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 from standard test procedure.

#### 4.4.10 Crush resistance

##### 4.4.10.1 Purpose

The purpose of this procedure is to evaluate the effect of loads which might occur when switches are exposed to critical situations such as being stepped on, being run over by vehicle tyres, etc.

##### 4.4.10.2 General description

The specimen is exposed to a compressive load which is applied by a pad.

##### 4.4.10.3 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.

#### 4.4.10.4 Procédure

- a) Positionner le spécimen au centre de la surface d'essai placée dans le récipient.
- b) Appliquer progressivement la charge spécifiée.
- c) Maintenir la charge pendant la durée spécifiée.

#### 4.4.10.5 Sévérité

La sévérité consiste en une combinaison de la charge et de la durée. Elle doit être définie dans la spécification particulière.

Les sévérités préférentielles suivantes, qui ne sont pas obligatoires, peuvent s'appliquer à cette procédure:

Charge N	Durée s
500	1
1 000	5
2 000	10
5 000	60

#### 4.4.10.6 Détails à spécifier

Les détails suivants, si applicables, doivent être précisés dans la spécification particulière:

- surface représentative du sol ou du plancher;
- matériau du patin;
- charge;
- durée d'application de la charge;
- orientation du spécimen;
- fonctionnement optique ou non du spécimen;
- procédure de préconditionnement;
- procédure de reprise;
- mesures initiales et exigences fonctionnelles;
- mesures pendant l'essai et exigences fonctionnelles;
- mesures finales et exigences fonctionnelles;
- écarts par rapport à la procédure d'essai normalisée.

#### 4.4.11 Compression axiale

##### 4.4.11.1 But

Cet essai a pour but de vérifier que le dispositif de rétention ou de fixation du câble sur le spécimen peut supporter des charges compressives susceptibles d'être appliquées en cours d'utilisation normale.

##### 4.4.11.2 Description générale

Le spécimen est fixé fermement et on applique une charge axiale compressive sur le câble.

#### 4.4.10.4 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.

#### 4.4.10.5 Severity

The severity consists of the combination of the load and the duration. The severity shall be specified in the detail specification.

The following preferred severities are non-mandatory severities which may be specified for this procedure:

Charge N	Duration s
500	1
1 000	5
2 000	10
5 000	60

#### 4.4.10.6 Details to be specified

The following details, as applicable, shall be specified in the detail 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 from standard test procedure.

#### 4.4.11 Axial compression

##### 4.4.11.1 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.

##### 4.4.11.2 General description

The specimen is rigidly clamped and an axial compressive load is applied to the cable.

#### 4.4.11.3 Appareillage

L'appareillage est constitué des éléments suivants:

- un générateur de forces capable d'appliquer progressivement des forces de compression au taux requis;
- un dispositif de serrage approprié pour le câble;
- un dispositif de serrage fixe pour les commutateurs.

#### 4.4.11.4 Procédure

- a) Fixer fermement le spécimen sur le dispositif de serrage fixe.
- b) Fixer le câble au point d'application spécifié.
- c) Appliquer progressivement les charges de compression sur le câble.
- d) Maintenir la charge pendant un minimum de 2 min.

#### 4.4.11.5 Sévérité

La sévérité est représentée par l'amplitude de la force axiale de compression. Elle doit être indiquée dans la spécification particulière.

Les sévérités préférentielles suivantes, qui ne sont pas obligatoires, peuvent s'appliquer à cette procédure:

Charge N
10
20
50
100
200

#### 4.4.11.6 Détails à spécifier

Les détails suivants, si applicables, doivent être précisés dans la spécification particulière:

- amplitude de la charge;
- point d'application de la charge;
- taux d'application de la charge;
- fonctionnement optique ou non du spécimen;
- procédure de préconditionnement;
- procédure de reprise;
- mesures initiales et exigences fonctionnelles;
- mesures pendant l'essai et exigences fonctionnelles;
- mesures finales et exigences fonctionnelles;
- écarts par rapport à la procédure d'essai normalisée.

#### 4.4.11.3 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 switches.

#### 4.4.11.4 Procedure

- a) Securely fix the specimen 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.

#### 4.4.11.5 Severity

The severity consists of the magnitude of the axial compressive force. The severity shall be specified in the detail specification.

The following preferred severities are non-mandatory severities which may be specified for this procedure:

Load N
10
20
50
100
200

#### 4.4.11.6 Details to be specified

The following details, as applicable, shall be specified in the detail 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 from standard test procedure.

#### 4.4.12 Impact

##### 4.4.12.1 But

Cette procédure a pour but d'évaluer l'aptitude des commutateurs à résister à un impact localisé ou à une série d'impacts provenant d'un objet dur.

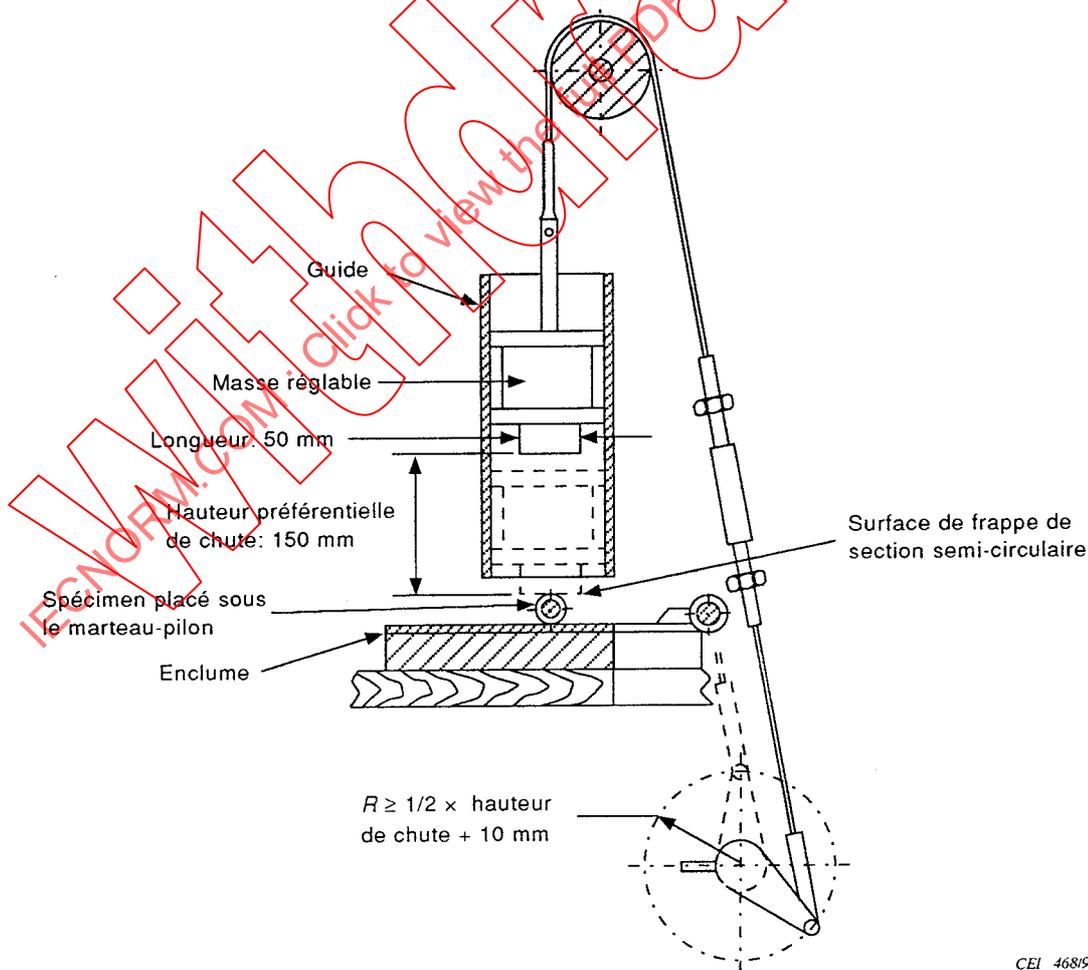
##### 4.4.12.2 Description générale

On laisse tomber un marteau à face semi-circulaire sur le spécimen placé sur une enclume.

##### 4.4.12.3 Appareillage

L'appareillage est constitué des éléments suivants:

- une enclume de dureté spécifiée;
- un marteau-pilon de masse réglable avec une face semi-circulaire de dureté Rockwell Rb 90;
- un appareil permettant de lever le marteau-pilon et de le laisser retomber. La figure 7 représente un exemple du dispositif. Il comprend une manivelle reliée au marteau par une corde et une poulie.



CEI 468/94

Figure 7

#### 4.4.12 Impact

##### 4.4.12.1 Purpose

The purpose of this procedure is to evaluate the ability of switches to withstand a localized impact or a series of impacts with hard objects.

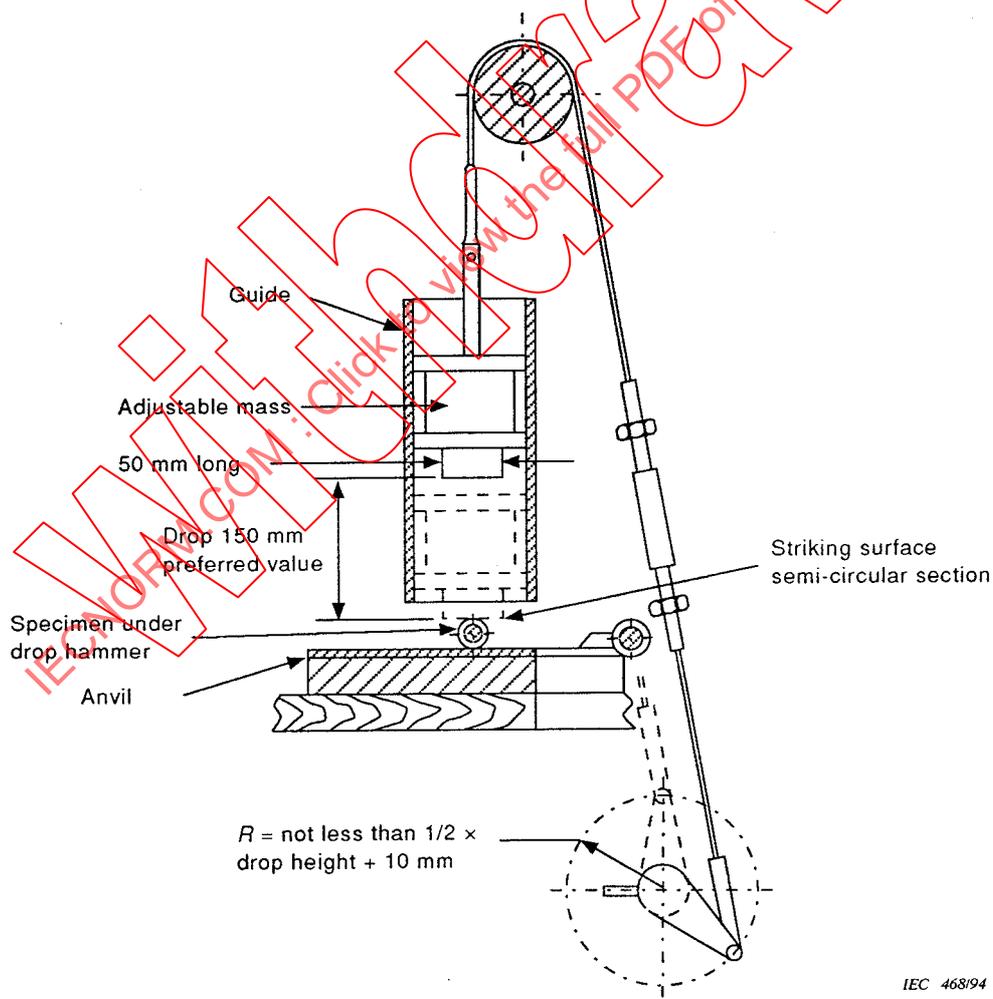
##### 4.4.12.2 General description

A hammer with a semi-cylindrical face is dropped on the specimen which is placed on an anvil.

##### 4.4.12.3 Apparatus

The apparatus consists of:

- an anvil of specified hardness;
- a drop hammer of adjustable mass with a semi-cylindrical face of Rockwell Fb 90 hardness;
- an apparatus to raise and drop the hammer. An example is shown in figure 7. It consists of a driven crank coupled to the hammer by means of a cord and pulley.



IEC 468/94

Figure 7

4.4.12.4 *Procédure*

- a) Placer le spécimen sur l'enclume dans la position et l'orientation spécifiées.
- b) Régler la masse du marteau à la valeur spécifiée.
- c) Faire monter le marteau de 150 mm au-dessus de l'enclume et le laisser retomber.

4.4.12.5 *Sévérité*

La sévérité consiste en une combinaison du rayon de la face du marteau, de sa masse et du nombre d'impacts. Elle doit être définie dans la spécification particulière.

Les sévérités préférentielles suivantes, qui ne sont pas obligatoires, peuvent s'appliquer à cette procédure:

Rayon du marteau mm	Masse du marteau g	Nombre d'impacts
5	100	1
10	250	5
20	500	10
	1 000	

4.4.12.6 *Détails à spécifier*

Les détails suivants, si applicables, doivent être précisés dans la spécification particulière:

- rayon de la face du marteau;
- masse du marteau;
- nombre d'impacts;
- point d'impact sur le spécimen;
- orientation du spécimen;
- fonctionnement optique ou non du spécimen;
- procédure de préconditionnement;
- procédure de reprise;
- mesures initiales et exigences fonctionnelles;
- mesures pendant l'essai et exigences fonctionnelles;
- mesures finales et exigences fonctionnelles;
- écarts par rapport à la procédure d'essai normalisée.

4.4.13 *Accélération*

Cette procédure est effectuée conformément à l'essai Ga de la CEI 68-2-7.

4.4.13.1 *But*

Le but de cette procédure est de déterminer les effets, sur les spécimens, d'une accélération continue, à des valeurs susceptibles de se présenter en cours d'utilisation.

#### 4.4.12.4 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.

#### 4.4.12.5 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 detail specification.

The following preferred severities are non-mandatory severities which may be specified for this procedure:

Hammer radius mm	Hammer mass g	Number of impacts
5	100	1
10	250	5
20	500	10
	1 000	

#### 4.4.12.6 Details to be specified

The following details, as applicable, shall be specified in the detail 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 from standard test procedure.

#### 4.4.13 Acceleration

This procedure is conducted in accordance with IEC 68-2-7, test Ga.

##### 4.4.13.1 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.

#### 4.4.13.2 Description générale

Le spécimen est monté sur une centrifugeuse et il est soumis à une accélération de crête spécifiée, dans les deux sens sur trois axes perpendiculaires entre eux, dont un est parallèle à l'axe optique.

#### 4.4.13.3 Appareillage

L'appareillage est constitué des éléments suivants:

- une centrifugeuse conforme aux exigences de l'essai Ga de la CEI 68-2-7;
- des moyens de fixation conformes aux exigences de l'essai Ga de la CEI 68-2-7.

#### 4.4.13.4 Procédure

Appliquer la procédure conforme aux exigences de l'essai Ga de la CEI 68-2-7.

#### 4.4.13.5 Sévérité

La sévérité consiste en des niveaux d'accélération. Elle doit être définie dans la spécification particulière.

Les sévérités préférentielles suivantes, qui ne sont pas obligatoires, peuvent s'appliquer à cette procédure:

Niveau d'accélération (m/s <sup>2</sup> )	50, 100, 200, 500, 1 000, 2 000, 5 000, 10 000, 20 000, 50 000, 100 000, 200 000, 300 000
---	---

#### 4.4.13.6 Détails à spécifier

Les détails suivants, si applicables, doivent être précisés dans la spécification particulière:

- méthode de montage;
- supports et ancrage du câble;
- niveau d'accélération;
- durée de l'accélération;
- axe et direction de l'accélération;
- fonctionnement optique ou non du spécimen;
- procédure de préconditionnement;
- procédure de reprise;
- mesures initiales et exigences fonctionnelles;
- mesures pendant l'essai et exigences fonctionnelles;
- mesures finales et exigences fonctionnelles;
- écarts par rapport à la procédure d'essai normalisée.

#### 4.4.13.2 *General description*

The specimen is mounted on a centrifuge and is subjected to a specified value of peak acceleration in both directions of three mutually perpendicular directions, one of which is parallel to the optical axis.

#### 4.4.13.3 *Apparatus*

The apparatus consists of:

- a centrifuge in accordance with IEC 68-2-7, test Ga;
- a suitable mounting fixture in accordance with IEC 68-2-7, test Ga.

#### 4.4.13.4 *Procedure*

Conduct the procedure in accordance with IEC 68-2-7, test Ga.

#### 4.4.13.5 *Severity*

The severity consists of the acceleration level. The severity shall be specified in the detail specification.

The following preferred severities are non-mandatory severities which may be specified for this procedure:

Acceleration level (m/s <sup>2</sup> )	50, 100, 200, 500, 1 000, 2 000, 5 000, 10 000, 20 000, 50 000, 100 000, 200 000, 300 000
---	--

#### 4.4.13.6 *Details to be specified*

The following details, as applicable, shall be specified in the detail 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;
- measurements during test and performance requirements;
- final measurements and performance requirements;
- deviations from standard test procedure.

#### 4.4.14 Chute

##### 4.4.14.1 But

Cette procédure permet d'évaluer l'aptitude d'un spécimen à résister aux impacts susceptibles de se produire en cours d'utilisation.

##### 4.4.14.2 Description générale

Un spécimen auquel est attachée une certaine longueur de câble se balance librement en un mouvement pendulaire et frappe une surface d'impact.

##### 4.4.14.3 Appareillage

L'appareillage est constitué des éléments suivants:

- un dispositif approprié de serrage du câble;
- une surface d'impact.

##### *Dispositif de serrage du câble*

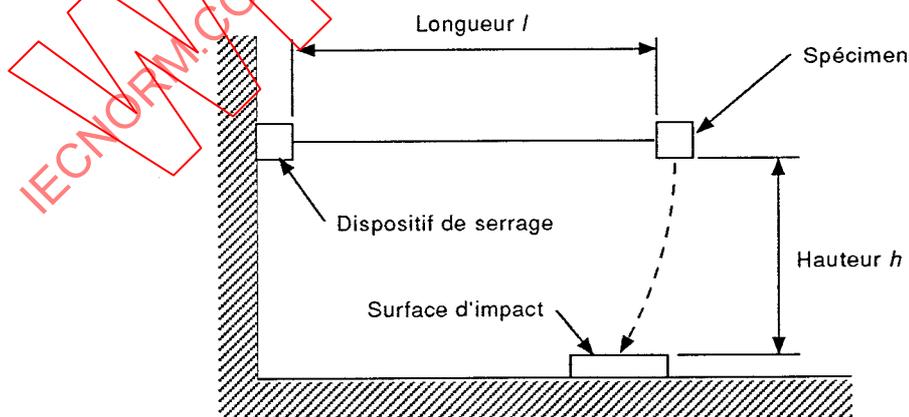
Ce dispositif doit pouvoir être monté sur toute structure verticale et rigide adéquate. Un pivot doit être utilisé pour fixer le câble au dispositif de serrage de telle manière que le câble puisse se balancer librement de la position horizontale à la position verticale.

##### *Surface d'impact*

La surface d'impact doit être une plaque d'acier de dimensions supérieures ou égales à 300 mm x 500 mm x 25 mm.

##### 4.4.14.4 Procédure

Le dispositif d'essai est représenté à la figure 8.



CEI 479/94

Figure 8

#### 4.4.14 Drop

##### 4.4.14.1 Purpose

The purpose of this procedure is to evaluate the ability of a specimen to withstand impacts likely to be encountered during usage.

##### 4.4.14.2 General description

A specimen with an attached length of cable is freely swung in a pendular motion and allowed to strike an impact surface.

##### 4.4.14.3 Apparatus

The apparatus consists of:

- a suitable cable clamping fixture;
- an impact surface.

##### *Cable clamping fixture*

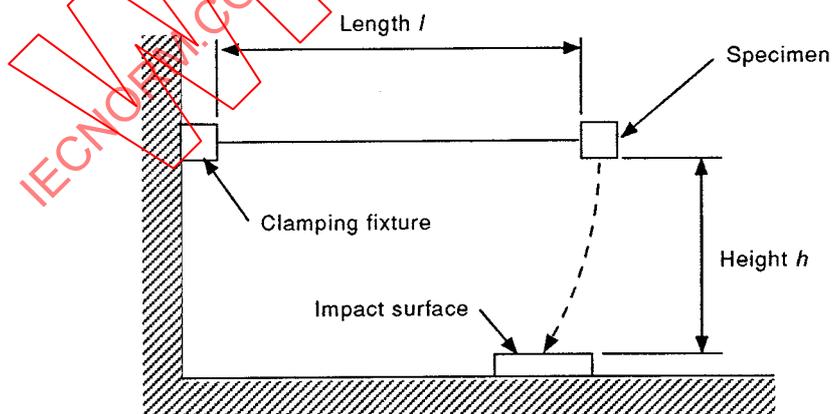
The fixture shall be capable of being mounted to any convenient, rigid, vertical structure. A swivel shall be provided for attaching the cable to the fixture in such a manner as to allow it to swing freely from a horizontal to a vertical position.

##### *Impact surface*

The impact surface shall be a steel plate at least 300 mm x 500 mm x 25 mm.

##### 4.4.14.4 Procedure

The test set-up is shown in figure 8.



IEC 479/94

Figure 8

- a) Fixer le dispositif de serrage du câble à une hauteur ( $h$ ) mesurée à partir de la surface d'impact. Cette hauteur ( $h$ ) doit être précisée dans la spécification particulière.
- b) Fixer le câble au dispositif de serrage à une distance de 2 m mesurée à partir de la face arrière des commutateurs de telle sorte que le spécimen puisse se balancer librement de la position horizontale à la position verticale.
- c) Maintenir le spécimen en position horizontale comme indiqué sur la figure et le laisser tomber sur la surface d'impact. Si la position du spécimen est importante, cela doit être précisé dans la spécification particulière.
- d) Recommencer le cycle le nombre de fois spécifié.

#### 4.4.14.5 Sévérité

La sévérité consiste en une combinaison du nombre de chutes et de la hauteur de chute.

Les sévérités préférentielles suivantes, qui ne sont pas obligatoires, peuvent s'appliquer à cette procédure:

Nombre de chutes	Hauteur de chute mm
1	500
5	750
10	1 000
25	1 500
50	1 750
	2 000

#### 4.4.14.6 Détails à spécifier

Les détails suivants, si applicables, doivent être précisés dans la spécification particulière:

- nombre de chutes;
- hauteur de chute;
- fonctionnement optique ou non du spécimen;
- procédure de préconditionnement;
- procédure de reprise;
- mesures initiales et exigences fonctionnelles;
- mesures pendant l'essai et exigences fonctionnelles;
- mesures finales et exigences fonctionnelles;
- écarts par rapport à la procédure d'essai normalisée.

#### 4.4.15 Couple de serrage

##### 4.4.15.1 But

Cette procédure a pour but de déterminer, face à la possibilité de surcharge sur certains mécanismes d'accouplement à torsion, un facteur de sécurité ou un niveau minimum de fiabilité. Cette procédure ne s'applique qu'aux mécanismes d'accouplement du type à vis ou à baïonnette.

- a) Attach the cable clamping fixture at a height ( $h$ ) from the impact surface. The height ( $h$ ) shall be specified in the relevant specification.
- b) Attach the cable to the clamping fixture at a distance of 2 m from the rear of the switches so that the specimen may swing freely from a horizontal to a vertical position.
- c) Hold the specimen in a horizontal position as shown and allow it to drop on to the impact surface. If the specimen attitude is important, it shall be specified in the detail specification.
- d) Repeat the cycle the specified number of times.

#### 4.4.14.5 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

#### 4.4.14.6 Details to be specified

The following details, as applicable, shall be specified in the detail 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 from standard test procedure.

#### 4.4.15 Coupling proof torque

##### 4.4.15.1 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.

#### 4.4.15.2 Description générale

Cette procédure consiste à accoupler normalement le spécimen puis à appliquer une surcharge au mécanisme d'accouplement.

#### 4.4.15.3 Appareillage

L'appareillage est constitué des éléments suivants:

- colliers de serrage, mordaches ou tout autre moyen permettant de maintenir l'alignement du spécimen;
- un couplemètre;
- un générateur de couple. Le couple peut être appliqué manuellement.

#### 4.4.15.4 Procédure

- a) Accoupler le spécimen conformément aux indications du constructeur.
- b) Appliquer le couple de surcharge spécifié.
- c) Maintenir le couple pendant un minimum de 15 s.

#### 4.4.15.5 Sévérité

La sévérité est représentée par le couple de surcharge. Elle doit être indiquée dans la spécification particulière.

Les sévérités préférentielles suivantes, qui ne sont pas obligatoires, peuvent s'appliquer à cette procédure:

Couple de surcharge N.m
0,4
0,6
0,8

#### 4.4.15.6 Détails à spécifier

Les détails suivants, si applicables, doivent être précisés dans la spécification particulière:

- couple de surcharge;
- fonctionnement optique ou non du spécimen;
- procédure de préconditionnement;
- procédure de reprise;
- mesures initiales et exigences fonctionnelles;
- mesures pendant l'essai et exigences fonctionnelles;
- mesures finales et exigences fonctionnelles;
- écarts par rapport à la procédure d'essai normalisée.

#### 4.4.15.2 *General description*

This procedure consists of mating the specimen in the normal fashion and then applying an overload torque to the coupling mechanism.

#### 4.4.15.3 *Apparatus*

The apparatus consists of:

- suitable clamps, jaws or other means to hold the specimen in proper alignment;
- a torque measuring instrument;
- a torque generator; the torque may be applied manually.

#### 4.4.15.4 *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.

#### 4.4.15.5 *Severity*

The severity consists of the overload torque. The severity shall be specified in the detail specification.

The following preferred severities are non-mandatory severities which may be applied for this test:

Overload torques N.m
0,4
0,6
0,8

#### 4.4.15.6 *Details to be specified*

The following details, as applicable, shall be specified in the detail 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 from standard test procedure.

#### 4.4.16 *Moisissures*

Cette procédure est effectuée conformément à l'essai J de la CEI 68-2-10.

##### 4.4.16.1 *But*

Cet essai a pour but de déterminer l'effet des moisissures sur les propriétés optiques et mécaniques des commutateurs à fibres optiques. Il permet de rechercher les causes imprévues de détérioration sur les spécimens, qu'ils soient ou non construits avec des matériaux résistant aux moisissures, en leur faisant subir l'une des deux variantes d'essai comme prescription de sévérité.

##### 4.4.16.2 *Description générale*

Le spécimen est exposé à la culture spécifiée, dans une enceinte présentant l'environnement voulu et ce, pendant la durée précisée. La procédure offre deux variantes.

Dans la variante 1, on mesure l'étendue de la moisissure après 28 jours d'incubation et l'on recherche les dommages physiques qui en résultent. Si la spécification particulière le requiert, les effets de la moisissure sur le fonctionnement du spécimen seront vérifiés après 84 jours d'incubation.

Dans la variante 2, on mesure l'étendue de la moisissure après 28 jours d'incubation suivant une quasi-contamination à l'aide de substances nutritives. Les dommages physiques qui en découlent sont recherchés, ainsi que les conséquences sur le fonctionnement du spécimen.

##### **AVERTISSEMENT:**

Ces essais présentent des risques pour la santé. Consulter les annexes A et C de la CEI 68-2-10.

##### 4.4.16.3 *Appareillage*

L'appareillage comprend les éléments suivants:

- une enceinte d'environnement adaptée, conforme aux exigences de l'essai J de la CEI 68-2-10;
- des récipients en verre ou en plastique avec des couvercles hermétiques, conformes aux exigences de l'essai J de la CEI 68-2-10.

##### 4.4.16.4 *Procédure*

Appliquer la procédure conformément aux exigences de l'essai J de la CEI 68-2-10.

##### 4.4.16.5 *Sévérité*

La sévérité est une combinaison des cultures ou des spores et de la durée d'exposition donnée par la variante d'essai. Elle doit être précisée dans la spécification particulière.

#### 4.4.16 *Mould growth*

This procedure is conducted in accordance with IEC 68-2-10, test J.

##### 4.4.16.1 *Purpose*

The purpose of this procedure is to determine the effects of mould growth on the optical and mechanical properties of fibre optic switches. 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 as prescribed severities.

##### 4.4.16.2 *General description*

The specimen is exposed to the specified culture in a suitable environmental 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. If required by the relevant specification, the effect on the functioning of the specimen will be checked after 84 days' extended incubation.

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:**

There are potential health hazards associated with these tests and attention should be given to appendices A and C of IEC 68-2-10.

##### 4.4.16.3 *Apparatus*

The apparatus consists of:

- a suitable environmental chamber in accordance with IEC 68-2-10, test J;
- containers of glass or plastic with close-fitting lids in accordance with IEC 68-2-10, test J.

##### 4.4.16.4 *Procedure*

Conduct the procedure in accordance with IEC 68-2-10, test J.

##### 4.4.16.5 *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 detail specification.

Les sévérités préférentielles suivantes, qui ne sont pas obligatoires, peuvent s'appliquer à cette procédure:

**Tableau 4 – Cultures ou spores**

N°	Nom	Lignée	Culture type (pour information seulement)	Nature
1	<i>Aspergillus niger</i>	V Tieghem	ATCC, 6275	Pousse à profusion sur de nombreux matériaux et résiste aux sels de cuivre
2	<i>Aspergillus terreus</i>	Thom.	PQMD, 82j	Attaque les plastiques
3	<i>Aureobasidium pullulans</i>	(De Barry) Arnaud	ATCC, 9348	Attaque les peintures et les laques
4	<i>Poecilomyces variotii</i>	Bainier	IAM, 5001	Attaque les plastiques et le cuir
5	<i>Penicillium funiculosum</i>	Thom.	IAM, 7013	Attaque beaucoup de matériaux particulièrement les textiles
6	<i>Penicillium ochrochloron</i>	Biourge	ATCC, 9112	Résiste aux sels de cuivre, attaque les plastiques et les textiles
7	<i>Scopulariopsis brevicaulis</i>	(Sacc.) Bain Var. Glabra Thom.	IAM, 5146	Attaque le caoutchouc
8	<i>Trichoderma viride</i>	Pers. Ex. Fr.	IAM, 5061	Attaque la cellulose, les textiles et les plastiques

**4.4.16.6 Détails à spécifier**

Les détails suivants, si applicables, doivent être précisés dans la spécification particulière:

- variante d'essai d'après l'essai J de la CEI 68-2-10;
- cultures et spores à utiliser;
- fonctionnement optique ou non du spécimen;
- procédure de préconditionnement;
- procédure de reprise;
- mesures initiales et exigences fonctionnelles;
- mesures pendant l'essai et exigences fonctionnelles;
- mesures finales et exigences fonctionnelles;
- écarts par rapport à la procédure d'essai normalisée.

**4.4.17 Froid**

Cet essai est réalisé conformément à l'essai Ab de la CEI 68-2-1.

**4.4.17.1 But**

Cet essai a pour but de déterminer l'aptitude des commutateurs à l'utilisation et/ou au stockage à basse température.

Cette procédure comporte une diminution progressive de la température et s'applique à des spécimens qui sont soumis à des températures basses pendant une durée suffisante pour leur permettre d'atteindre leur équilibre thermique. Elle ne donne aucune indication sur la résistance ou le fonctionnement du spécimen lors de variations de température. Ce cas est étudié en 4.4.22.

The following preferred severities are non-mandatory severities which may be specified for this procedure:

**Table 4 – 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 salt
2	<i>Aspergillus terreus</i>	Thom.	PQMD, 82j	Attacks plastic materials
3	<i>Aureobasidium pullulans</i>	(De Barry) Arnaud	ATCC, 9348	Attacks paints and lacquers
4	<i>Poecilomyces variotii</i>	Bainier	IAM, 5001	Attacks plastic 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>	Pers. Ex. Fr.	IAM, 5061	Attacks cellulose, textiles and plastics

#### 4.4.16.6 Details to be specified

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

- test variant per IEC 68-2-10, test J;
- 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 from standard test procedure.

#### 4.4.17 Cold

This procedure is conducted in accordance with IEC 68-2-1, test Ab.

##### 4.4.17.1 Purpose

The purpose of this procedure is to determine the suitability of switches 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, change of temperature (see 4.4.22) would be used.

#### 4.4.17.2 Description générale

Le spécimen est placé dans une enceinte se trouvant à la température ambiante. Cette température est alors diminuée jusqu'à la température d'essai, à un taux inférieur ou égal à 1 °C par heure. Elle est ensuite maintenue constante pendant la durée spécifiée, à l'issue de laquelle, le spécimen restant dans l'enceinte, elle est ramenée à la température ambiante. Attendre que le spécimen ait atteint son équilibre thermique avant d'entreprendre les mesures finales.

#### 4.4.17.3 Appareillage

L'appareillage comprend une enceinte d'environnement conforme aux exigences de l'essai Ab de la CEI 68-2-1.

#### 4.4.17.4 Procédure

Appliquer la procédure conformément aux exigences de l'essai Ab de la CEI 68-2-1.

#### 4.4.17.5 Sévérité

La sévérité est une combinaison de la température et de la durée d'exposition. Les sévérités préférentielles suivantes, qui ne sont pas obligatoires, peuvent être spécifiées pour cette procédure:

Température °C	Durée h
-65	2
-55	16
-40	72
-25	96
-10	
-5	
+5	

#### 4.4.17.6 Détails à spécifier

Les détails suivants, si applicables, doivent être précisés dans la spécification particulière:

- température;
- durée de l'exposition;
- fonctionnement optique ou non du spécimen;
- procédure de préconditionnement;
- procédure de reprise;
- mesures initiales et exigences fonctionnelles;
- mesures pendant l'essai et exigences fonctionnelles;
- mesures finales et exigences fonctionnelles;
- écarts par rapport à la procédure d'essai normalisée.

#### 4.4.17.2 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.

#### 4.4.17.3 Apparatus

The apparatus consists of an environmental chamber in accordance with IEC 68-2-1, test Ab.

#### 4.4.17.4 Procedure

Conduct the procedure in accordance with IEC 68-2-1, test Ab.

#### 4.4.17.5 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	Duration h
-65	2
-55	16
-40	72
-25	96
-10	
-5	
+5	

#### 4.4.17.6 Details to be specified

The following details, as applicable, shall be specified in the detail 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 from standard test procedure.

#### 4.4.18 *Chaleur sèche*

Cet essai est effectué conformément à l'essai Bb de la CEI 68-2-2.

##### 4.4.18.1 *But*

Cet essai a pour but de déterminer l'aptitude des commutateurs à l'utilisation et/ou au stockage à haute température.

Cette procédure consiste en une augmentation progressive de la température et s'applique à des spécimens qui sont soumis à des températures élevées pendant une durée suffisante pour leur permettre d'atteindre leur équilibre thermique. Elle ne permet pas d'évaluer la résistance ou le fonctionnement du spécimen lors de variations de température. Ce cas est étudié en 4.4.22.

##### 4.4.18.2 *Description générale*

Le spécimen est placé dans une enceinte se trouvant à la température ambiante. Cette température est ensuite augmentée jusqu'à la température d'essai à un taux inférieur ou égal à 1 °C par heure. Elle est ensuite maintenue constante pendant la durée spécifiée, à l'issue de laquelle, le spécimen restant dans l'enceinte, elle est ramenée à la température ambiante. Attendre que le spécimen atteigne son équilibre thermique avant d'effectuer les mesures finales.

##### 4.4.18.3 *Appareillage*

L'appareillage est constitué d'une enceinte d'environnement conforme aux exigences de l'essai Bb de la CEI 68-2-2.

##### 4.4.18.4 *Procédure*

Appliquer la procédure conformément aux exigences de l'essai Bb de la CEI 68-2-2.

##### 4.4.18.5 *Sévérité*

La sévérité est une combinaison de la température et de la durée d'exposition. Elle doit être indiquée dans la spécification particulière.

Les sévérités préférentielles suivantes, qui ne sont pas obligatoires, peuvent être spécifiées pour cette procédure:

Température °C		Durée h
30	155	2
40	175	16
55	200	72
70	250	96
85	315	
100	400	
125		

#### 4.4.18 *Dry heat*

This procedure is conducted in accordance with IEC 68-2-2, test Bb.

##### 4.4.18.1 *Purpose*

The purpose of this procedure is to determine the suitability of switches 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 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, change of temperature (see 4.4.22) would be used.

##### 4.4.18.2 *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. The specimen is then allowed to attain temperature equilibrium at ambient temperature before final measurements are carried out.

##### 4.4.18.3 *Apparatus*

The apparatus consists of an environmental chamber in accordance with IEC 68-2-2, test Bb.

##### 4.4.18.4 *Procedure*

Conduct the procedure in accordance with IEC 68-2-2, test Bb.

##### 4.4.18.5 *Severity*

The severity consists of the combination of the temperature and duration of exposure. The severity shall be specified in the detail specification.

The following preferred severities are non-mandatory severities which may be specified for this procedure:

Temperature °C		Duration h
30	155	2
40	175	16
55	200	72
70	250	96
85	315	
100	400	
125		

#### 4.4.18.6 *Détails à spécifier*

Les détails suivants, si applicables, doivent être précisés dans la spécification particulière:

- température;
- durée de l'exposition;
- fonctionnement optique ou non du spécimen;
- procédure de préconditionnement;
- procédure de reprise;
- mesures initiales et exigences fonctionnelles;
- mesures pendant l'essai et exigences fonctionnelles;
- mesures finales et exigences fonctionnelles;
- écarts par rapport à la procédure d'essai normalisée.

#### 4.4.19 *Chaleur humide (essai continu)*

Cet essai est réalisé conformément à l'essai Ca de la CEI 68-2-3.

##### 4.4.19.1 *But*

Cet essai a pour but de déterminer l'aptitude des commutateurs à l'utilisation et/ou au stockage dans des conditions d'humidité relative élevée. Cet essai est conçu principalement pour permettre l'observation des effets d'une forte humidité à température constante, pendant une période donnée.

##### 4.4.19.2 *Description générale*

Le spécimen, placé dans une enceinte, est soumis à une température de 40 °C, avec une humidité relative de 93 %, pendant une période déterminée.

##### 4.4.19.3 *Appareillage*

L'appareillage comprend une enceinte d'environnement conforme aux exigences de l'essai Ca de la CEI 68-2-3.

##### 4.4.19.4 *Procédure*

Appliquer la procédure conformément aux exigences de l'essai Ca de la CEI 68-2-3.

##### 4.4.19.5 *Sévérité*

La sévérité est une combinaison de la température, de l'humidité et de la durée d'exposition. Elle doit être indiquée dans la spécification particulière.

Les sévérités préférentielles suivantes, qui ne sont pas obligatoires, peuvent être spécifiées pour cette procédure:

Température	= 40 °C
Humidité relative	= 93 %
Durée de l'exposition	= 4, 10, 21 ou 56 jours

#### 4.4.18.6 *Details to be specified*

The following details, as applicable, shall be specified in the detail 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 from standard test procedure.

#### 4.4.19 *Damp heat (steady state)*

This procedure is conducted in accordance with IEC 68-2-3, test Ca.

##### 4.4.19.1 *Purpose*

This purpose of this procedure is to determine the suitability of switches 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.

##### 4.4.19.2 *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.

##### 4.4.19.3 *Apparatus*

The apparatus consists of an environmental chamber in accordance with IEC 68-2-3, test Ca.

##### 4.4.19.4 *Procedure*

Conduct the procedure in accordance with IEC 68-2-3, test Ca.

##### 4.4.19.5 *Severity*

The severity consists of the combination of the temperature, humidity and exposure time. The severity shall be specified in the detail 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

#### 4.4.19.6 *Détails à spécifier*

Les détails suivants, si applicables, doivent être précisés dans la spécification particulière:

- température;
- humidité relative;
- durée de l'exposition;
- précautions particulières à prendre pour éliminer l'humidité de surface;
- fonctionnement optique ou non du spécimen;
- procédure de préconditionnement;
- procédure de reprise;
- mesures initiales et exigences fonctionnelles;
- mesures pendant l'essai et exigences fonctionnelles;
- mesures finales et exigences fonctionnelles;
- écarts par rapport à la procédure d'essai normalisée.

#### 4.4.20 *Séquence climatique*

##### 4.4.20.1 *But*

Cette procédure a pour but d'indiquer les séquences climatiques normalisées consistant en une suite d'expositions à la chaleur sèche, à la chaleur humide, au froid et à une basse pression atmosphérique.

La séquence climatique découle de l'article 7 de la CEI 68-1 et s'applique aux commutateurs classés dans les catégories climatiques de 4, 10, 21 et 56 jours de chaleur humide. Elle doit être réalisée conformément aux procédures et sévérité définies dans la spécification particulière.

##### 4.4.20.2 *Description générale*

Cette procédure est une séquence climatique au cours de laquelle les composants sont exposés à un certain nombre d'essais de conditionnement climatique dans un ordre déterminé. Elle comporte trois méthodes.

La méthode 1 consiste en une première exposition du spécimen à des températures élevées puis à un cycle de chaleur humide à 55 °C. Ce cycle est immédiatement suivi par un essai à basse température de manière que l'eau, qui a pénétré dans les fissures de surface du spécimen, gèle et accentue les détériorations. Un essai à basse pression atmosphérique complète la vérification de l'étanchéité du spécimen.

Un conditionnement plus sévère est appliqué avec la méthode 2, dans laquelle on interpose un essai à basse température entre les deux cycles de chaleur humide.

La méthode 3 est une séquence plus courte prévue pour les vérifications lot par lot.

En principe, une séquence climatique est effectuée après les essais d'environnement tels que les essais de vibration ou de choc, afin de vérifier que le spécimen n'a pas été fissuré ou endommagé.

#### 4.4.19.6 *Details to be specified*

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

- temperature;
- relative humidity;
- duration of exposure;
- 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 from standard test procedure.

#### 4.4.20 *Climatic sequence*

##### 4.4.20.1 *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.

Climatic sequence is based on the standard climatic sequence defined in clause 7 of IEC 68-1 and is applicable to switches 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.

##### 4.4.20.2 *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.

#### 4.4.20.3 Appareillage

L'appareillage utilisé dans cette séquence consiste en une ou plusieurs enceintes d'environnement, conformément aux procédures principales de chaleur sèche, chaleur humide, froid et basse pression atmosphérique.

#### 4.4.20.4 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 à celle prescrite dans la spécification particulière.

NOTE – Si la spécification particulière le précise, les mesures peuvent être effectuées sur le spécimen encore à température élevée.

b) Inspection visuelle du spécimen.

c) A ce stade de la procédure, une interruption inférieure ou égale à 72 h est autorisée, pendant laquelle le spécimen doit être maintenu dans des conditions ambiantes normales de laboratoire (entre 15 °C et 35 °C).

d) Tout spécimen de catégorie climatique -/-/4, -/-/10, -/-/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 de l'alinéa 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 inférieure ou à celle prescrite dans la spécification particulière.

NOTE – Si la spécification particulière le précise, les mesures peuvent être effectuées sur le spécimen encore à basse température.

f) A ce stade de la procédure, une interruption inférieure ou égale à 72 h est autorisée, pendant laquelle le spécimen doit être maintenu dans des conditions ambiantes normales de laboratoire (entre 15 °C et 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 indiqué dans la spécification particulière. Le conditionnement à basse pression doit être réalisé entre 15 °C et 35 °C pendant 1 h, sauf indication contraire dans la spécification particulière.

h) A ce stade de la procédure, une interruption inférieure ou égale à 72 h est autorisée, pendant laquelle le spécimen doit être maintenu dans des conditions ambiantes normales de laboratoire (entre 15 °C et 35 °C).

i) Le spécimen doit ensuite être soumis à l'essai Db de la CEI 68-2-30 avec le nombre de cycles suivant:

Catégorie	Cycles
-/-/56	5
-/-/21	1
-/-/10	1
-/-/4	1

j) Si la spécification particulière le précise, le spécimen doit être retiré de l'enceinte après le nombre prescrit de cycles, puis secoué afin de le débarrasser des gouttelettes d'eau. Dans les 15 min qui suivent, il doit être soumis aux essais optiques et mécaniques prescrits.

#### 4.4.20.3 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.

#### 4.4.20.4 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 detail specification.

NOTE – Where prescribed in the detail specification, measurement 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  $-/-/4$ ,  $-/-/10$ ,  $-/-/21$  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 detail specification.

NOTE – Where prescribed in the detail 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) 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 detail 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 detail 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) Le spécimen doit être laissé au repos pendant 1,5 h ou 2 h, dans des conditions atmosphériques normales.
- l) Le spécimen doit être contrôlé visuellement, puis soumis aux essais optiques et mécaniques comme prescrit dans la spécification particulière.
- m) Lorsque la spécification particulière prescrit une période de reprise prolongée, le spécimen doit rester dans des conditions atmosphériques normales pendant 24 h supplémentaires. A la fin de cette nouvelle période, il doit être contrôlé visuellement, puis soumis aux mesures de perte d'insertion prescrites dans la spécification particulière et satisfaire aux exigences spécifiées.

### Méthode 2

- a) Cette méthode doit être appliquée aux spécimens de catégorie -/-/56 si la spécification particulière le précise.
- b) Le spécimen doit être soumis aux opérations des alinéas a) à h) de la méthode 1.
- c) Le spécimen doit ensuite être soumis à l'essai Db 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.
- d) Immédiatement après l'essai de chaleur humide de l'alinéa c), 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 inférieure ou à la température prescrite dans la spécification particulière.
- e) Le spécimen doit encore être soumis trois fois à la procédure des alinéas c) et d) puis à la procédure de l'alinéa c). Si la durée nécessaire à cette série de cycles oblige à une interruption de la procédure, un intervalle inférieur ou égal à 72 h est autorisé. Une telle interruption doit se placer entre un cycle à basse température et le cycle de chaleur humide qui suit.
- f) Si la spécification particulière le précise, le spécimen doit ensuite être retiré de l'enceinte, secoué pour le débarrasser des gouttelettes d'eau et soumis, dans les 15 min qui suivent, aux essais optiques et mécaniques prescrits.
- g) Le spécimen doit être contrôlé visuellement, puis soumis aux essais optiques et mécaniques comme prescrit dans la spécification particulière. Il doit ensuite être laissé au repos pendant 24 h supplémentaires, dans des conditions atmosphériques normales.
- h) A la fin de cette période, le spécimen doit être contrôlé visuellement, puis soumis aux mesures de perte d'insertion prescrites dans la spécification particulière, et satisfaire aux exigences spécifiées.

### Méthode 3

La méthode 3 est identique à la méthode 1, à l'exception des points suivants:

- a) aucun contrôle visuel ne doit être exigé après le conditionnement en chaleur sèche de l'alinéa a) de la méthode 1;
- b) le conditionnement à basse pression de l'alinéa g) de la méthode 1 pour l'essai M ne doit être réalisé que si la spécification particulière le prescrit;
- c) au cours de la seconde application du cycle de chaleur humide selon l'alinéa i) de la méthode 1 pour l'essai Db, sévérité b, variante 1 de la CEI 68-2-30, le spécimen ne doit être soumis qu'à un seul cycle.

- 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 detail specification.
- m) Where extended recovery is prescribed in the detail 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 detail specification and shall meet the requirements therein.

### Method 2

- a) This method shall be applied to specimens of category -/-/56 when required in the detail specification.
- b) The specimen shall be subjected to the requirements 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), 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 detail specification.
- e) The specimen shall be subjected to the procedure of items c) and d) for a further three times, followed by the procedure of point c). Where the length of time taken for this series of cycles makes it necessary to interrupt the procedure, an 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) Where prescribed in the 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 detail specification. The specimen shall remain under standard atmospheric conditions for recovery for a further period of 24 h.
- h) At the end of the period, the specimen shall be visually inspected and then subjected to the insertion loss measurement as prescribed by the detail specification, and shall meet the requirements therein.

### Method 3

Method 3 is the same as method 1 except that:

- a) there shall be no requirement for visual inspection after the dry heat conditioning in item a) of method 1;
- b) the low pressure conditioning in item g) of method 1 for test M shall be applied only where prescribed by the detail specification;
- c) 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.

#### 4.4.20.5 *Sévérité*

La sévérité consiste en une combinaison des périodes de chaleur sèche, chaleur humide, basse température et basse pression atmosphérique.

Les méthodes 1, 2 et 3 ont des sévérités préférentielles dans les procédures primaires.

#### 4.4.20.6 *Détails à spécifier*

Les détails suivants, si applicables, doivent être précisés dans la spécification particulière:

- méthode;
- fonctionnement optique ou non du spécimen;
- procédure de préconditionnement;
- procédure de reprise;
- mesures initiales et exigences fonctionnelles;
- mesures pendant l'essai et exigences fonctionnelles;
- mesures finales et exigences fonctionnelles;
- écarts par rapport à la procédure d'essai normalisée.

#### 4.4.21 *Condensation*

Cet essai est réalisé conformément à l'essai Z/AD de la CEI 68-2-38.

##### 4.4.21.1 *But*

Cet essai composite, prévu essentiellement pour des spécimens, a pour but de déterminer de manière accélérée la résistance des spécimens aux effets destructifs de températures/humidité élevées et de basses températures.

Il a pour but de révéler les défauts des commutateurs à fibres optiques dus au «pompage» par opposition à l'absorption d'humidité. Cet essai englobe les effets du gel de l'eau emprisonnée dans les criques et les fissures ainsi que de la condensation. Toutefois, le degré de condensation varie selon la dimension et la masse thermique du commutateur.

Cet essai diffère des autres essais de cycles de chaleur humide, en ce sens que sa sévérité accrue découle:

- d'un plus grand nombre de variations de température ou d'actions de «pompage» dans un temps donné;
- d'une plage de températures plus étendue pour le cycle;
- d'une vitesse de changement de température plus élevée;
- de l'intégration d'un certain nombre d'incursions à des températures négatives.

Ce type d'essai est particulièrement important pour des composants comportant des matériaux différents, en particulier ceux équipés de raccords en verre.

##### 4.4.21.2 *Description générale*

Le spécimen est placé dans une enceinte humide. Il est soumis à 10 cycles de température/humidité, chacun d'une durée de 24 h. Le spécimen doit être exposé au froid après avoir subi cinq séquences humides parmi les neuf premiers cycles.

#### 4.4.20.5 *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.

#### 4.4.20.6 *Details to be specified*

The following details, as applicable, shall be specified in the detail 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 from standard test procedure.

#### 4.4.21 *Condensation*

This procedure is conducted in accordance with IEC 68-2-38, test Z/AD.

##### 4.4.21.1 *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 switch 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 switch.

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 temperature.

This type of test is particularly important for components comprising a variety of different materials, especially those including glass joints.

##### 4.4.21.2 *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 subcycle the specimen shall be subjected to cold.

#### 4.4.21.3 *Appareillage*

L'appareillage comporte des enceintes d'environnement adaptées à l'essai CEI 68-2-38 approprié.

NOTE – Cet essai peut être effectué dans une ou deux enceintes séparées, sous réserve que les exigences de la CEI 68-2-38 soient respectées.

#### 4.4.21.4 *Procédure*

Appliquer la procédure conformément à l'essai Z/AD de la CEI 68-2-38.

#### 4.4.21.5 *Sévérité*

La sévérité consiste en une combinaison des valeurs de l'humidité et de la durée, de la basse température et du temps d'exposition, de la durée du cycle et du nombre de cycles froids.

L'essai Z/AD de la CEI 68-2-38 définit la totalité du cycle de 24 h et décrit en détails le cycle température/humidité, le cycle froid, le cycle de 24 h sans exposition au froid et le cycle final.

#### 4.4.21.6 *Détails à spécifier*

Les détails suivants, si applicables, doivent être précisés dans la spécification particulière:

- fonctionnement optique ou non du spécimen;
- procédure de préconditionnement;
- procédure de reprise;
- mesures initiales et exigences fonctionnelles;
- mesures pendant l'essai et exigences fonctionnelles;
- mesures finales et exigences fonctionnelles;
- écarts par rapport à la procédure d'essai normalisée.

#### 4.4.22 *Variation rapide de température*

Cet essai est réalisé conformément aux essais Na ou Nb de la CEI 68-2-14.

##### 4.4.22.1 *But*

Cet essai a pour but de déterminer l'aptitude d'un spécimen à supporter les effets d'un changement de température ou d'une succession de changements de température.

Dans l'essai Na, le spécimen est soumis à des températures extrêmes dans un laps de temps très court, ce qui revient à lui imposer une série de chocs thermiques.

Dans l'essai Nb, le spécimen est soumis à une variation des températures plus progressive, ce qui provoque des contraintes mais aucun choc thermique.

##### 4.4.22.2 *Description générale*

Le spécimen est d'abord soumis à une température extrême pendant une période donnée, puis à l'autre température extrême pendant la même durée.

La différence entre les essais Na et Nb réside dans la manière et la durée de variation des températures.

#### 4.4.21.3 Apparatus

The apparatus consists of suitable environmental chambers in accordance with the appropriate IEC 68-2-38 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.

#### 4.4.21.4 Procedure

Conduct the procedure in accordance with IEC 68-2-38, test Z/AD.

#### 4.4.21.5 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.

IEC 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.

#### 4.4.21.6 Details to be specified

The following details, as applicable, shall be specified in the detail 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 from standard test procedure.

#### 4.4.22 Rapid change of temperature

This procedure is conducted in accordance with IEC 68-2-14, test Na or Nb.

##### 4.4.22.1 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.

##### 4.4.22.2 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.

#### 4.4.22.3 Appareillage

L'appareillage comporte des enceintes d'environnement correspondant aux essais Na ou Nb de la CEI 68-2-14.

#### 4.4.22.4 Procédure

Appliquer la procédure conformément aux essais Na ou Nb de la CEI 68-2-14.

#### 4.4.22.5 Sévérité

La sévérité consiste en une combinaison des valeurs de basses températures, de températures élevées, de la durée pendant laquelle le spécimen est soumis à ces températures, de la vitesse du changement de température et du nombre de cycles.

Les sévérités préférentielles suivantes, qui ne sont pas obligatoires, peuvent être spécifiées pour cette procédure:

Haute température °C		Basse température °C		Durée min
55	155	10	-25	10
70	175	5	-40	30
85	200	0	-55	60
100	250	-5	-65	120
125	315	-10		180

Temps de recouvrement min (essai Na)	Vitesse de variation de température °C/min (essai Nb)	Cycles
Manuel: 2-3 Automatique: < 1/2	1 3 5	5 (essai Na) 2 (essai Nb)

#### 4.4.22.6 Détails à spécifier

Les détails suivants, si applicables, doivent être précisés dans la spécification particulière:

- haute température;
- basse température;
- durée des températures extrêmes;
- cycles;
- fonctionnement optique ou non du spécimen;
- procédure de préconditionnement;
- procédure de reprise;
- mesures initiales et exigences fonctionnelles;
- mesures pendant l'essai et exigences fonctionnelles;
- mesures finales et exigences fonctionnelles;
- écarts par rapport à la procédure d'essai normalisée.

#### 4.4.22.3 Apparatus

The apparatus consists of suitable environmental chambers in accordance with IEC 68-2-14, test Na or Nb.

#### 4.4.22.4 Procedure

Conduct the procedure in accordance with IEC 68-2-14, test Na or Nb.

#### 4.4.22.5 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.

The following preferred severities are non-mandatory severities which may be specified for this procedure:

High temperature °C		Low temperature °C		Duration min
55	155	10	-25	10
70	175	5	-40	30
85	200	0	-55	60
100	250	-5	-65	120
125	315	-10		180

Change-over min (test Na)	Temperature change rate °C/min (test Nb)	Cycles
Manual: 2-3 Automatic: < 1/2	1 3 5	5 (test Na) 2 (test Nb)

#### 4.4.22.6 Details to be specified

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

- high temperature;
- low temperature;
- duration extreme temperatures;
- cycles;
- 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 from standard test procedure.

#### 4.4.23 *Étanchéité (joints de panneaux et barrières d'étanchéité)*

Cet essai est réalisé conformément à l'essai Qa de la CEI 68-2-17.

##### 4.4.23.1 *But*

Cet essai a pour but de déterminer l'efficacité des joints des commutateurs, des parties appariées, des barrières d'étanchéité, etc.

##### 4.4.23.2 *Description générale*

Le spécimen est fixé sur le couvercle d'une enceinte d'essai pressurisée qui est immergée dans un liquide. Si le spécimen présente une fuite, l'air qui s'en échappe est récupéré. La quantité d'air récupéré par unité de temps permet de mesurer la fuite.

Cette procédure comporte deux types d'essai. Le type A se rapporte à une pression qui s'exerce dans le sens indiqué par la spécification particulière, alors que le type B se rapporte à une pression exercée dans les deux sens.

##### 4.4.23.3 *Appareillage*

L'appareillage comprend une enceinte d'essai conforme aux exigences de l'essai Qa de la CEI 68-2-17.

##### 4.4.23.4 *Procédure*

Appliquer la procédure conformément aux exigences de l'essai Qa de la CEI 68-2-17.

##### 4.4.23.5 *Sévérité*

La sévérité est représentée par la pression différentielle à travers les joints. Elle doit être indiquée dans la spécification particulière.

Les sévérités préférentielles suivantes, qui ne sont pas obligatoires, peuvent être spécifiées pour cette procédure:

Pression kPa
100 à 110
340 à 360

##### 4.4.23.6 *Détails à spécifier*

Les détails suivants, si applicables, doivent être précisés dans la spécification particulière:

- type d'essai;
- direction de la pression différentielle;
- pression;
- fonctionnement optique ou non du spécimen;
- procédure de préconditionnement;
- procédure de reprise;
- mesures initiales et exigences fonctionnelles;
- mesures pendant l'essai et exigences fonctionnelles;
- mesures finales et exigences fonctionnelles;
- écarts par rapport à la procédure d'essai normalisée.