

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
IEC STANDARD

Publication 749

Première édition — First edition

1984

Dispositifs à semiconducteurs

Essais mécaniques et climatiques

Semiconductor devices

Mechanical and climatic test methods



© CEI 1984

Droits de reproduction réservés — Copyright — all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

3, rue de Varembe

Genève, Suisse

Révision de la présente publication

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

Les renseignements relatifs à ce travail de révision, à l'établissement des éditions révisées et aux mises à jour peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et en consultant les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la Publication 50 de la CEI: Vocabulaire Electrotechnique International (VEI), qui est établie sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini, l'Index général étant publié séparément. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande.

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

Symboles graphiques et littéraux

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

- la Publication 27 de la CEI: Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique;
- la Publication 617 de la CEI: Symboles graphiques pour schémas.

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit repris des Publications 27 ou 617 de la CEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Publications de la CEI établies par le même Comité d'Etudes

L'attention du lecteur est attirée sur les pages 3 et 4 de la couverture, qui énumèrent les publications de la CEI préparées par le Comité d'Etudes qui a établi la présente publication.

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

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
- **Catalogue of IEC Publications**
Published yearly

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC Publication 50: International Electrotechnical Vocabulary (IEV), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field, the General Index being published as a separate booklet. Full details of the IEV will be supplied on request.

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

Graphical and letter symbols

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

- IEC Publication 27: Letter symbols to be used in electrical technology;
- IEC Publication 617: Graphical symbols for diagrams.

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

IEC publications prepared by the same Technical Committee

The attention of readers is drawn to pages 3 and 4 of the cover, which list IEC publications issued by the Technical Committee which has prepared the present publication.

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
IEC STANDARD

Publication 749

Première édition — First edition
1984

Dispositifs à semiconducteurs

Essais mécaniques et climatiques

Semiconductor devices

Mechanical and climatic test methods



© CEI 1984

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

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	6
PRÉFACE	6

CHAPITRE I: GÉNÉRALITÉS

Articles

1. Domaine d'application et but	10
2. Objet	10
3. Termes, définitions et symboles littéraux	10
4. Conditions atmosphériques normales	10
5. Examen visuel et vérification des dimensions	12
6. Mesures électriques	12

CHAPITRE II: ESSAIS MÉCANIQUES

1. Robustesse des sorties	14
1.1 Traction	14
1.2 Pliage	14
1.3 Torsion	14
1.4 Couple	14
2. Soudure	16
2.1 Soudabilité	16
2.2 Résistance à la chaleur de soudage	18
3. Vibrations (sinusoïdales)	18
4. Chocs	18
5. Accélération constante	20
6. Essai de robustesse des contacts soudés	20
6.1 Généralités	20
6.2 Méthodes A et B	22
6.3 Méthode C	24
6.4 Méthode D	26
6.5 Méthodes E et F	26
6.6 Renseignements que doit fournir la spécification particulière	30
Annexe au paragraphe 6.2 — Guide	32

CHAPITRE III: ESSAIS CLIMATIQUES

1. Variations de température	34
1.1 Variations rapides de température: méthode des deux chambres	34
1.2 Variations rapides de température: méthode des deux bains	36
2. Stockage (à haute température)	36
3. Basse pression atmosphérique	36
4. Essai cyclique de chaleur humide	36

CONTENTS

	Page
FOREWORD	7
PREFACE	7

CHAPTER I: GENERAL

Clause

1. Scope and purpose	11
2. Object	11
3. Terms, definitions and letter symbols	11
4. Standard atmospheric conditions	11
5. Visual examination and verification of dimensions	13
6. Electrical measurements	13

CHAPTER II: MECHANICAL TEST METHODS

1. Robustness of terminations	15
1.1 Tensile	15
1.2 Bending	15
1.3 Torsion	15
1.4 Torque	15
2. Soldering	17
2.1 Solderability	17
2.2 Resistance to soldering heat	19
3. Vibration (sinusoidal)	19
4. Shock	19
5. Acceleration, steady state	21
6. Bond strength test	21
6.1 General	21
6.2 Methods A and B	23
6.3 Method C	25
6.4 Method D	27
6.5 Methods E and F	27
6.6 Information to be given in the relevant specification	31
Appendix to Sub-clause 6.2 — Guidance	33

CHAPTER III: CLIMATIC TEST METHODS

1. Change of temperature	35
1.1 Rapid change of temperature: two-chamber method	35
1.2 Rapid change of temperature: two-fluid-bath method	37
2. Storage (at high temperature)	37
3. Low air pressure	37
4. Damp heat, cyclic	37

Articles	Pages
5. Essai continu de chaleur humide	38
6. Essai cyclique composite de température et d'humidité	42
7. Etanchéité	44
7.1 Essai à la bombe	44
7.2 Pénétration de colorant	44
7.3 Détection des microfuites: méthode au krypton radioactif	46
7.4 Détection des microfuites: essai de fuite de gaz au spectrographe de masse (en cours de révision)	52
8. Brouillard salin	52
9. Essai d'intermittence thermique	52

CHAPITRE IV: ESSAIS DIVERS

1. Essais d'ininflammabilité des dispositifs à encapsulation plastique	56
1.1 Ininflammabilité (cas d'une cause interne d'inflammation)	56
1.2 Ininflammabilité (cas d'une cause extérieure d'inflammation) (à l'étude)	56
2. Permanence du marquage	56

Clause	Page
5. Damp heat, steady state	39
6. Composite temperature/humidity cyclic test	43
7. Sealing	45
7.1 Bomb pressure test	45
7.2 Penetrant dye	45
7.3 Fine leak detection: radioactive krypton method	47
7.4 Fine leak detection: tracer gas method with mass spectrometer (under revision)	53
8. Salt mist	53
9. Thermal intermittence test	53

CHAPTER IV: MISCELLANEOUS TEST METHODS

1. Flammability tests of plastic-encapsulated devices	57
1.1 Flammability (internally induced)	57
1.2 Flammability (externally induced) (under consideration)	57
2. Permanence of marking	57

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS

Essais mécaniques et climatiques

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes 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.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PRÉFACE

La présente norme a été préparée par le Comité d'Etudes n° 47 de la CEI: Dispositifs à semiconducteurs.

La Publication 749 constitue une norme générale sur les essais mécaniques et climatiques, qui est applicable aux dispositifs discrets et aux circuits intégrés.

Le Comité d'Etudes n° 47, réuni à Londres en septembre 1982, a approuvé le remaniement des Publications 147 et 148 de la CEI qui consiste en une nouvelle articulation en fonction des semiconducteurs traités. Toutes les parties constitutives ayant déjà été approuvées par des votes suivant la Règle des Six Mois ou la Procédure des Deux Mois, il n'a pas été jugé nécessaire d'organiser un nouveau scrutin.

Les informations relatives aux dispositifs discrets et aux circuits intégrés qui figurent déjà dans les Publications 147 et 148 sont incorporées aux Publications 747 et 748 de la CEI.

Les informations relatives aux essais mécaniques et climatiques qui figuraient auparavant dans les Publications 147-5 et 147-5A sont incorporées à la présente Publication 749.

Cette norme sera tenue à jour en révisant et en élargissant son texte parallèlement à la poursuite des travaux du Comité d'Etudes n° 47 pour tenir compte des progrès effectués dans ce domaine.

Note. — Les Publications 747 et 748 annulent et remplacent, au fur et à mesure de la parution de leurs différentes parties, les Publications 147 et 148.

Cette publication annule et remplace les Publications 147-5 et 147-5A.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SEMICONDUCTOR DEVICES

Mechanical and climatic test methods

FOREWORD

- 1) 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.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This standard has been prepared by IEC Technical Committee No. 47: Semiconductor Devices.

Publication 749 constitutes a general standard for mechanical and climatic test methods, applicable to discrete devices and integrated circuits.

The meeting of Technical Committee No. 47, held in London in September 1982, approved the re-organization of IEC Publications 147 and 148 into a device-oriented arrangement. Since all the constituent parts had been previously approved by votes under the Six Months' Rule or Two Months' Procedure, a new vote was not deemed necessary.

Material concerning discrete devices and integrated circuits, previously found in Publications 147 and 148, are included in IEC Publications 747 and 748.

Material concerning mechanical and climatic test methods, previously found in Publications 147-5 and 147-5A, are included in the present Publication 749.

This standard will be kept up to date by revising and extending the document as the work in Technical Committee No. 47 continues and takes into account advances in this field.

Note. — Publications 747 and 748 supersede and replace, as their different parts are published, Publications 147 and 148.

This publication supersedes Publications 147-5 and 147-5A.

INDEX DES RÉFÉRENCES CROISÉES

Nouvelle publication (749)		Anciennes publications			Nouvelle publication (749)		Anciennes publications		
Chapitre n°	Para- graphe	Chapitre n°	Paragraphe	Publication n°	Chapitre n°	Para- graphe	Chapitre n°	Paragraphe	Publication n°
I	–	0	–	147-5	III	–	II	–	147-5
I	1	0	1	147-5	III	1	II	1	147-5
I	2	0	2	147-5	III	1.1	II	1.1	147-5A
I	3	0	3	147-5	III	1.2	II	1.2	147-5
I	4	0	4	147-5	III	2	II	2	147-5
I	5	0	5	147-5	III	3	II	3	147-5
I	6	0	6	147-5	III	4	–	–	–
II	–	I	–	147-5	III	5	II	5	147-5A
II	1	I	1	147-5	III	6	II	6	147-5A
II	1.1	I	1.1	147-5	III	7	II	7	147-5
II	1.2	I	1.2	147-5	III	7.1	II	7.1	147-5
II	1.3	I	1.3	147-5	III	7.2	II	7.2	147-5
II	1.4	I	1.4	147-5	III	7.3	II	7.3	147-5
II	2	I	2	147-5	III	7.4	–	–	–
II	2.1	I	2.1	147-5	III	8	II	8	147-5
II	2.2	I	2.2	147-5	III	9	II	9	147-5A
II	3	I	3	147-5	IV	–	III	–	147-5
II	4	I	4	147-5	IV	1	III	1	147-5
II	5	I	5	147-5	IV	1.1	III	1.1	147-5
II	6	I	6	147-5A	IV	2	III	2	147-5

CROSS REFERENCE INDEX

New publication (749)		Old publications			New publication (749)		Old publications		
Chapter No.	Sub- clause	Chapter No.	Sub-clause	Publication No.	Chapter No.	Sub- clause	Chapter No.	Sub-clause	Publication No.
I	—	0	—	147-5	III	—	II	—	147-5
I	1	0	1	147-5	III	1	II	1	147-5
I	2	0	2	147-5	III	1.1	II	1.1	147-5A
I	3	0	3	147-5	III	1.2	II	1.2	147-5
I	4	0	4	147-5	III	2	II	2	147-5
I	5	0	5	147-5	III	3	II	3	147-5
I	6	0	6	147-5	III	4	—	—	—
II	—	I	—	147-5	III	5	II	5	147-5A
II	1	I	1	147-5	III	6	II	6	147-5A
II	1.1	I	1.1	147-5	III	7	II	7	147-5
II	1.2	I	1.2	147-5	III	7.1	II	7.1	147-5
II	1.3	I	1.3	147-5	III	7.2	II	7.2	147-5
II	1.4	I	1.4	147-5	III	7.3	II	7.3	147-5
II	2	I	2	147-5	III	7.4	—	—	—
II	2.1	I	2.1	147-5	III	8	II	8	147-5
II	2.2	I	2.2	147-5	III	9	II	9	147-5A
II	3	I	3	147-5	IV	—	III	—	147-5
II	4	I	4	147-5	IV	1	III	1	147-5
II	5	I	5	147-5	IV	1.1	II	1.1	147-5
II	6	I	6	147-5A	IV	2	III	2	147-5

DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS

Essais mécaniques et climatiques

CHAPITRE I: GÉNÉRALITÉS

1. Domaine d'application et but

La présente norme donne la liste des méthodes d'essais applicables aux dispositifs à semiconducteurs (dispositifs discrets et circuits intégrés), parmi lesquelles on peut effectuer un choix. Toutefois, des méthodes d'essais supplémentaires peuvent être nécessaires pour les dispositifs n'ayant pas de cavité interne.

Note. — Un dispositif n'ayant pas de cavité interne est un dispositif dans lequel le matériau d'encapsulation est en contact direct avec toutes les surfaces exposées de l'élément actif et dans lequel aucun espace vide n'est laissé au cours de sa fabrication.

Cette norme a tenu compte, dans la mesure du possible, de la Publication 68 de la CEI: Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique.

2. Objet

Etablir des méthodes d'essais préférées et uniformes avec des valeurs préférentielles pour les niveaux de contraintes, afin d'apprécier les propriétés mécaniques et climatiques des dispositifs à semiconducteurs.

Au cas où il y aurait contradiction entre cette norme et une spécification particulière, cette dernière prévaudrait.

3. Termes, définitions et symboles littéraux

Se référer aux Publications de la CEI 68: Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique; 747: Dispositifs à semiconducteurs — Dispositifs discrets et circuits intégrés; et 748: Dispositifs à semiconducteurs — Circuits intégrés.

4. Conditions atmosphériques normales

Référence: Publication 68-1 de la CEI, cinquième édition (1982), Première partie: Généralités et guide.

Sauf spécification contraire, toutes les épreuves et les reprises doivent être effectuées dans les conditions atmosphériques normales d'essai, comme elles sont définies dans la Publication 68-1 de la CEI au paragraphe 5.3:

température:	comprise entre 15 °C et 35 °C;
humidité relative:	comprise entre 45 % et 75 %, s'il y a lieu;
pression atmosphérique:	comprise entre 86 kPa et 106 kPa (860 mbar et 1060 mbar).

SEMICONDUCTOR DEVICES

Mechanical and climatic test methods

CHAPTER I: GENERAL

1. Scope and purpose

This standard lists test methods applicable to semiconductor devices (discrete devices and integrated circuits) from which a selection may be made. However, additional test methods may be required for non-cavity devices.

Note. — A non-cavity device is a device in which enclosing or encapsulating material is in intimate contact with all exposed surfaces of the active element, and no void space is included in the device design.

This standard has taken into account, wherever possible, IEC Publication 68: Basic Environmental Testing Procedures.

2. Object

To establish uniform preferred test methods with preferred values for stress levels for judging the environmental properties of semiconductor devices.

In case of contradiction between this standard and a relevant specification, the latter shall govern.

3. Terms, definitions and letter symbols

Reference is made to IEC Publications 68: Basic Environmental Testing Procedures; 747: Semiconductor Devices — Discrete Devices and Integrated Circuits; and 748: Semiconductor Devices — Integrated Circuits.

4. Standard atmospheric conditions

Reference: IEC Publication 68-1, fifth edition (1982), Part 1: General and Guidance.

Unless otherwise specified, all tests and recoveries shall be carried out under standard atmospheric conditions for testing, as defined in IEC Publication 68-1, Sub-clause 5.3:

temperature:	15 °C to 35 °C;
relative humidity:	45% to 75%, where appropriate;
air pressure:	86 kPa to 106 kPa (860 mbar to 1060 mbar).

Mais toutes les mesures électriques et les reprises suivies de mesure doivent être effectuées dans les conditions atmosphériques suivantes:

température:	$25 \pm 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$;
humidité relative:	comprise entre 45 % et 75 %, s'il y a lieu;
pression atmosphérique:	comprise entre 86 kPa et 106 kPa (860 mbar et 1060 mbar).

Les essais d'arbitrage doivent être effectués dans les conditions atmosphériques suivantes:

température:	$25 \pm 1 \text{ }^{\circ}\text{C}$;
humidité relative:	comprise entre 48 % et 52 %;
pression atmosphérique:	comprise entre 86 kPa et 106 kPa (860 mbar et 1060 mbar).

Avant d'effectuer les mesures, les spécimens doivent être laissés au repos jusqu'à ce que l'équilibre de température soit atteint. La température ambiante pendant les mesures doit être notée dans le compte rendu d'essais.

Pendant la mesure, les spécimens ne doivent pas être exposés aux courants d'air, à une lumière vive ou à d'autres causes qui pourraient provoquer une erreur.

5. Examen visuel et vérification des dimensions

5.1 L'examen visuel doit porter sur:

- a) la conformité et l'inaltérabilité du marquage (méthode d'essai: à l'étude);
- b) les dommages subis par le boîtier et les sorties;
- c) l'aspect du boîtier et des sorties.

5.2 On doit vérifier les dimensions indiquées dans la spécification particulière.

5.3 Sauf spécification contraire, l'examen visuel doit être effectué avec un grossissement compris entre $3 \times$ et $10 \times$, suivant les dimensions du dispositif.

6. Mesures électriques

6.1 Pour les essais climatiques et mécaniques, les caractéristiques à vérifier doivent être choisies parmi celles du chapitre « Réception et fiabilité » de la partie applicable des Publications 747 ou 748 de la C E I; elles sont spécifiées pour chaque catégorie de dispositifs.

6.2 Conditions de mesure: voir le tableau « Conditions pour les essais d'endurance » au chapitre « Réception et fiabilité » de la partie applicable des Publications 747 ou 748 de la C E I.

6.3 Mesures initiales

Si l'on ne retient comme critères que la limite supérieure de la spécification et/ou sa limite inférieure, on laisse à la discrétion du fabricant de déterminer si l'on doit faire, ou non, des mesures initiales. Mais des mesures initiales doivent être effectuées si l'on utilise la valeur initiale d'un dispositif individuel comme critère.

6.4 Mesures devant être effectuées pendant l'essai climatique ou mécanique

A indiquer, s'il y a lieu.

6.5 Mesures finales

Lorsque l'essai figure dans la spécification particulière en tant que partie d'une séquence (sous-groupe) d'essais, les mesures ne sont à faire qu'à la fin de la séquence. Pour certains essais, tels que la soudabilité ou la fatigue des sorties, des dispositifs présentant un défaut électrique peuvent être utilisés.

All electrical measurements, as well as recoveries followed by measurements, shall, however, be carried out under the atmospheric conditions:

temperature:	25 ± 5 °C;
relative humidity:	45 % to 75 %, where appropriate;
air pressure:	86 kPa to 106 kPa (860 mbar to 1060 mbar).

Referee tests shall be carried out under the following standard atmospheric conditions:

temperature:	25 ± 1 °C;
relative humidity:	48 % to 52 %;
air pressure:	86 kPa to 106 kPa (860 mbar to 1060 mbar).

Before the measurements are made, the specimens shall be stored until temperature equilibrium is reached. The ambient temperature during the measurements shall be stated in the test report.

During measurement, the specimens shall not be exposed to draughts, illumination or other influences likely to cause error.

5. Visual examination and verification of dimensions

5.1 Visual examination shall include:

- a) the conformance and permanence of the marking (test method: under consideration);
- b) damage to the encapsulation including the terminals;
- c) workmanship of the encapsulation including the terminals.

5.2 Dimensions given in the relevant specification shall be verified.

5.3 Unless otherwise specified, the visual inspection shall be conducted at a magnification between 3 × and 10 ×, depending on the size of the device.

6. Electrical measurements

6.1 For environmental testing, the characteristics to be checked shall be selected from the chapter "Acceptance and reliability" of the relevant part of IEC Publications 747 or 748; they are specified for each device category.

6.2 Measurement conditions: see table "Conditions for the endurance tests" in the chapter "Acceptance and reliability" of the relevant part of IEC Publications 747 or 748.

6.3 Initial measurements

If upper specification limit and/or lower specification limit criteria are required only, it is left to the discretion of the manufacturer whether initial measurements are made or not. Initial measurements shall be made where individual values for an individual device are a criterion.

6.4 Measurements monitored during environmental testing

To be stated, where appropriate.

6.5 Final measurements

When the test is called for in the relevant specification as part of a sequence (sub-group) of tests, measurements are required only at the end of the sequence. For certain tests, such as solderability or lead fatigue, electrically defective devices may be used.

CHAPITRE II: ESSAIS MÉCANIQUES

Le choix des essais appropriés dépend du type de dispositifs et du boîtier. Les essais applicables correspondants doivent être indiqués dans la spécification particulière.

1. Robustesse des sorties

Référence: Publication 68-2-21 de la CEI, quatrième édition (1983), Deuxième partie: Essais – Essai U: Robustesse des sorties et des dispositifs de fixation.

1.1 Traction

Cet essai est conforme à l'essai U_{a1} , avec les exigences spécifiques suivantes:

Au paragraphe 2.6, lire:

Après l'essai, faire un examen visuel sous grossissement $3\times$ à $10\times$.

Refuser le dispositif s'il y a fêlure (ailleurs que dans le ménisque), rétrécissement de la sortie ou déplacement de la sortie par rapport au corps du dispositif.

1.2 Pliage

Cet essai est conforme à l'essai U_b , avec les exigences spécifiques suivantes:

Au paragraphe 4.2, la méthode 2 est recommandée seulement pour les dispositifs enfichables (DIL) et similaires, dont la configuration du corps rend la méthode 1 difficile ou impossible à utiliser.

1.3 Torsion

Cet essai est conforme à l'essai U_c , avec les exigences spécifiques suivantes:

Méthode

On utilise soit la méthode A (sévérité 2) soit la méthode B.

Critères de défaillance

Lors de l'examen visuel qui suit la fin de l'épreuve, en utilisant un grossissement de $10\times$ à $20\times$, on considère comme défaut toute trace de fêlure autre que dans le ménisque du scellement, de rétrécissement de la sortie ou de déplacement de la sortie par rapport au corps du dispositif.

1.4 Couple

1.4.1 Essai de couple pour les embouts filetés

Cet essai est conforme à l'essai U_d , avec les exigences spécifiques suivantes:

Le dispositif est considéré comme défectueux si l'un des cas suivants se produit:

- l'embout fileté se brise ou s'allonge de plus d'un demi-pas;
- il y a manifestement un arrachement du filetage ou une déformation de l'embase;
- le dispositif ne satisfait pas aux mesures électriques après essai, s'il y a lieu.

CHAPTER II: MECHANICAL TEST METHODS

The choice of the appropriate tests depends on the type of devices and of the encapsulation. The relevant specification shall state which tests are applicable.

1. Robustness of terminations

Reference: IEC Publication 68-2-21, fourth edition (1983), Part 2: Tests — Test U: Robustness of Terminations and Integral Mounting Devices.

1.1 Tensile

This test shall be in accordance with Test Ua₁, with the following specific requirements:

In Sub-clause 2.6, read:

After test, examine under 3 × to 10 × magnification.

The device shall be rejected if there is breakage (other than seal meniscus), loosening or relative motion between the lead or terminal and the device body.

1.2 Bending

This test shall be in accordance with Test Ub, with the following specific requirements:

In Sub-clause 4.2, Method 2 is recommended only for dual-in-line and similar packages, where the configuration of the body makes it difficult or impracticable to use Method 1.

1.3 Torsion

This test shall be in accordance with Test Uc, with the following specific requirements:

Method

Method A (severity 2) or Method B shall be used.

Failure criteria

When examined using 10 × to 20 × magnification after removal of the stress, any evidence of breakage, other than in the seal meniscus, loosening, or relative motion between the terminal lead and the device body shall be considered as a device failure.

1.4 Torque

1.4.1 Torque test for studs

This test shall be in accordance with Test Ud, with the following specific requirements:

The device shall be considered as a failure if any of the following occurs:

- the stud breaks or elongates more than one-half the thread pitch;
- there is evidence of thread stripping or deformation of the mounting seat;
- the device fails electrical measurements after test, if applicable.

1.4.2 Essai de couple pour les sorties — Nouvel essai (appelé Ud_2)

1.4.2.1 Objet

Cet essai a pour but de vérifier l'aptitude d'une sortie à résister à des torsions qui peuvent lui être appliquées au cours d'inspections ou de dépannages après montage dans un matériel.

1.4.2.2 Méthode d'essai

Le composant est fermement maintenu et on applique lentement à la sortie à essayer une torsion jusqu'à ce que l'angle de torsion soit de $30 \pm 10^\circ$, ou un couple jusqu'à une valeur spécifiée, l'application cessant dès que l'une de ces conditions est atteinte.

On remet alors la sortie dans sa position d'origine. Un couple de $1,4 \times 10^{-2} \pm 1,4 \times 10^{-3} \text{ N}\cdot\text{m}$ est appliqué à la sortie à une distance de $3,0 \pm 0,5 \text{ mm}$ à partir du corps ou à moins de 1 mm de l'extrémité de la sortie si elle fait moins de 3 mm.

Le couple est appliqué dans chaque sens.

Lorsqu'un composant a des sorties mises en forme près du corps, le couple peut être appliqué à $3,0 \pm 0,5 \text{ mm}$ à partir du point où la sortie est mise en forme.

1.4.2.3 Mesures finales

Après l'essai, faire un examen visuel sous grossissement de $3\times$ à $10\times$. Refuser le composant s'il y a évidence de cassure de la sortie, de rétrécissement de la sortie ou de déplacement de la sortie par rapport au corps.

1.4.2.4 Renseignements que doit fournir la spécification particulière

Sorties à essayer: nombre et choix.

2. Soudure

Référence: Publication 68-2-20 de la CEI, quatrième édition (1979), Essai T: Soudure.

2.1 Soudabilité

Cet essai est conforme à l'essai Ta, avec les exigences spécifiques suivantes:

— Si la méthode 1 est choisie:

Les sorties sont soumises à la méthode du bain de soudure. Les sorties sont plongées dans le bain jusqu'à une distance inférieure à 1,5 mm, comptée à partir du plan de siège du composant, ou toute autre distance spécifiée dans la spécification particulière.

Note. — Lorsque la distance d'immersion au plan de siège du composant est inférieure à 1,5 mm, d'autres critères de défaillance peuvent être envisagés et ils doivent être spécifiés.

— Si la méthode 2 est choisie:

Les sorties sont soumises à la méthode du fer à souder, en prenant la panne de forme A. La distance du fer à souder au corps du composant est celle qu'indique la spécification particulière; le temps d'application du fer à souder est de $3,5 \pm 0,5 \text{ s}$.

— Si la méthode 3 est choisie:

Les sorties sont soumises à la méthode de la goutte de soudure. Elles sont essayées à un point situé à $5 \pm 1 \text{ mm}$ du corps du composant. Le fil doit être mouillé par la soudure en moins de 2,5 s.

1.4.2 Torque test for leads — New test (called Ud_2)

1.4.2.1 Object

To determine the ability of a termination to withstand twisting which may be applied during inspection or servicing after installation.

1.4.2.2 Test method

The component shall be held rigidly and a torque or twist shall be applied slowly to the termination being tested until the twist angle reaches $30 \pm 10^\circ$ or the specified torque is achieved, whichever condition occurs first.

The termination is then returned to its original position. A torque of $1.4 \times 10^{-2} \pm 1.4 \times 10^{-3} \text{ N}\cdot\text{m}$ shall be applied to the termination at a distance of $3.0 \pm 0.5 \text{ mm}$ from the body or within 1 mm from the end of the termination, if it is shorter than 3 mm.

The torque shall be applied in each direction.

When the component has terminations which are formed close to the body, the torque may be applied $3.0 \pm 0.5 \text{ mm}$ from the point where the terminations are formed.

1.4.2.3 Final measurements

After test, examine under $3 \times$ to $10 \times$ magnification. The component shall be rejected if there is any evidence of termination breakage, loosening or relative motion between the termination and the body.

1.4.2.4 Information to be given in the relevant specification

Number and selection of terminations to be tested.

2. Soldering

Reference: IEC Publication 68-2-20, fourth edition (1979), Test T: Soldering.

2.1 Solderability

This test shall be in accordance with Test Ta, with the following specific requirements:

— When Method 1 is selected:

Terminals are subjected to the solder-bath method. The terminals are immersed in the bath to within 1.5 mm or other distance, as specified in the relevant specification, from the seating plane of the component.

Note. — When the immersion distance is closer than 1.5 mm to the seating plane of the device, then alternative failure criteria may apply and shall be specified.

— When Method 2 is selected:

Terminals are subjected to the soldering-iron method, using the soldering-iron bit size A. The distance of the soldering-iron application from the body of the component shall be as specified in the relevant specification; the time of soldering-iron application shall be $3.5 \pm 0.5 \text{ s}$.

— When Method 3 is selected:

Terminals are subjected to the solder globule method. The terminals are tested at a point $5 \pm 1 \text{ mm}$ from the body of the component. The wire shall be wetted with solder within 2.5 s.

Critère pour avoir un bon mouillage

Observée avec un grossissement de 10 ×, la surface après immersion doit être couverte d'un revêtement de soudure lisse et brillant, avec seulement des traces d'imperfections dispersées (environ 5% de la surface), comme des piqûres d'aiguilles ou des surfaces non mouillées par la soudure. Ces imperfections ne doivent pas être localisées en un seul endroit.

2.2 *Résistance à la chaleur de soudage*

Cet essai est conforme à l'essai Tb, avec les exigences spécifiques suivantes:

Méthode

On utilise soit la méthode 1A avec un temps d'immersion de 10 ± 1 s, soit la méthode 1B.

3. Vibrations (sinusoïdales)

Référence: Publication 68-2-6 de la CEI, cinquième édition (1982), Essai Fc et guide; Vibrations (sinusoïdales) et Modification n° 1 (1983).

Cet essai est conforme à l'essai Fc, avec les exigences spécifiques suivantes:

- le corps et les connexions du dispositif doivent être parfaitement fixés pendant l'essai;
- endurance par balayage;
- accélération: 196 m/s^2 ($20 g_n$);
- gamme de fréquences: 100 Hz à 2 000 Hz;
- nombre de cycles par axe: 15.

4. Chocs

Référence: Publication 68-2-27 de la CEI, deuxième édition (1972), Essai Ea: Chocs; Modification n° 1 (1982) et Modification n° 2 (1983).

Cet essai est conforme à l'essai Ea, avec les exigences spécifiques suivantes:

Les conditions doivent être choisies d'après le tableau ci-dessous, en tenant compte de la masse du composant et de sa construction interne.

Amplitude de crête	Durée	Forme d'onde
14 700 m/s^2 ($1500 g_n$)	0,5 ms	Demi-sinusoïde
4 900 m/s^2 ($500 g_n$)	1,0 ms	Demi-sinusoïde
980 m/s^2 ($100 g_n$)	6,0 ms	Demi-sinusoïde

Le dispositif est soumis à trois chocs successifs, dans les deux sens des trois axes trirectangulaires choisis de telle sorte que les imperfections aient toutes les chances d'être mises en évidence, soit 18 chocs au total. (Voir le paragraphe 5.2 de la Publication 68-2-27.)

Le corps et les sorties du dispositif doivent être parfaitement fixés pendant l'essai.

Criteria for good wetting

When observed under 10× magnification, the dipped surface shall be covered with a smooth and bright solder coating, with no more than traces (approximately 5%) of scattered imperfections such as pin-holes or non-wetted areas. These imperfections shall not be concentrated in one area.

2.2 *Resistance to soldering heat*

This test shall be in accordance with Test Tb, with the following specific requirements:

Method

Method 1A with an immersion time of 10 ± 1 s, or Method 1B shall be used.

3. **Vibration (sinusoidal)**

Reference: IEC Publication 68-2-6, fifth edition (1982), Test Fc and Guidance: Vibration (sinusoidal) and Amendment No. 1 (1983).

This test shall be in accordance with test Fc, with the following specific requirements:

- the body and leads of the device shall be securely clamped during the test;
- endurance by sweeping;
- acceleration: 196 m/s^2 ($20 g_n$);
- frequency range: 100 Hz to 2 000 Hz;
- number of cycles per axis: 15.

4. **Shock**

Reference: IEC Publication 68-2-27, second edition (1972), Test Ea: Shock; Amendment No. 1 (1982) and Amendment No. 2 (1983).

This test shall be in accordance with Test Ea, with the following specific requirements:

The conditions shall be selected from the table below, taking into consideration the mass of the device and its internal construction.

Peak amplitude	Duration	Waveform
$14\,700 \text{ m/s}^2$ ($1500 g_n$)	0.5 ms	Half-sine
$4\,900 \text{ m/s}^2$ ($500 g_n$)	1.0 ms	Half-sine
980 m/s^2 ($100 g_n$)	6.0 ms	Half-sine

The device shall be subjected to three successive shocks, in both directions of three mutually-perpendicular axes so chosen that faults are most likely to be revealed, i.e. a total of 18 shocks. (See Sub-clause 5.2 of Publication 68-2-27.)

The body and leads of the device shall be securely fastened during the test.

5. Accélération constante

Référence: Publication 68-2-7 de la CEI, deuxième édition (1983), Essai Ga et guide: Accélération constante.

Cet essai est conforme à l'essai Ga, avec les exigences spécifiques suivantes:

Montage

Conformément à l'article 4 de la Publication 68-2-47 de la CEI: Fixation de composants, matériels et autres articles pour essais dynamiques tels que chocs (Ea), secousses (Eb), vibrations (Fc et Fd) et accélération constante (Ga) et guide, en fixant à la fois le boîtier et les sorties.

Mode opératoire

L'accélération est appliquée pendant au moins 1 min dans les deux sens des trois axes principaux, sauf spécification contraire.

Sévérités préférentielles

- 196 000 m/s² (20 000 g_n) pour les semiconducteurs de masse ≤ 10 g.
- 19 600 m/s² (2 000 g_n) pour les semiconducteurs dont la masse est comprise entre 10 g et 100 g.
- 4 900 m/s² (500 g_n) pour les semiconducteurs de masse > 100 g.

Renseignements que doit fournir la spécification particulière

- l) sévérité;
- m) axes et sens de l'accélération.

6. Essai de robustesse des contacts soudés

6.1 Généralités

6.1.1 Objet

Mesurer la robustesse d'un contact soudé ou déterminer sa conformité à des exigences de robustesse spécifiées.

6.1.2 Description générale de l'essai

Six méthodes sont décrites ici, chacune ayant son domaine propre, à savoir:

- les méthodes A et B sont destinées à l'essai des contacts soudés internes d'un dispositif et consistent en une traction exercée directement sur le fil de connexion;
- la méthode C est destinée aux contacts soudés extérieurs au dispositif et consiste en une contrainte de décollement exercée entre la sortie ou la borne et le circuit ou le substrat;
- la méthode D est destinée aux contacts soudés internes et consiste en un effort tranchant appliqué entre une pastille et un substrat ou entre des connexions face à face de configuration similaire;
- les méthodes E et F sont destinées aux contacts soudés externes et consistent en une poussée ou une traction exercée entre une pastille et le substrat.

5. Acceleration, steady state

Reference: IEC Publication 68-2-7, second edition (1983), Test Ga and Guidance: Acceleration, Steady State.

This test shall be in accordance with Test Ga, with the following specific requirements:

Mounting

According to Clause 4 of IEC Publication 68-2-47: Mounting of Components, Equipment and Other Articles for Dynamic Tests Including Shock (Ea), Bump (Eb), Vibration (Fc and Fd) and Steady-state Acceleration (Ga) and Guidance, both the case and the leads being clamped.

Procedure

The acceleration shall be applied for at least 1 min in both directions of three major axes, unless otherwise specified.

Preferred severities

196 000 m/s² (20 000 g_n) for devices with a mass <10 g.

19 600 m/s² (2 000 g_n) for devices with a mass 10-100 g.

4 900 m/s² (500 g_n) for devices with a mass >100 g.

Information to be given in the relevant specification

- l) severity;
- m) axes and directions of acceleration.

6. Bond strength test

6.1 General

6.1.1 Object

To measure bond strength or to determine compliance with specified bond strength requirements.

6.1.2 General description of the test

Six methods are described, each having its own purpose, that is:

- methods A and B are intended for testing internal bonds of a device by a direct pulling of the connecting wire;
- method C is intended for bonds external to the device and consists of a peeling stress exerted between the lead or terminal and the board or substrate;
- method D is intended for internal bonds and consists of a shear stress applied between a die and a substrate or similar face-bonded configurations;
- methods E and F are intended for external bonds and consist of a push-off or a pull-off stress exerted between a die and the substrate.

6.1.3 Description de l'appareillage d'essai (pour toutes les méthodes)

L'appareillage d'essai comprend un matériel approprié permettant d'appliquer la contrainte spécifiée au contact soudé, au fil de sortie ou à la borne comme requis dans la méthode d'essai spécifiée et un appareil de mesure étalonné donnant une indication, en newtons (N), de la contrainte appliquée au point où le défaut se produit; cet appareil de mesure doit pouvoir mesurer les contraintes jusqu'à et y compris 100 mN avec une précision de $\pm 2,5$ mN, les contraintes entre 100 mN et 500 mN avec une précision de ± 5 mN, et les contraintes dépassant 500 mN avec une précision de $\pm 2,5\%$ de la valeur indiquée.

6.2 Méthodes A et B (voir également l'annexe)

6.2.1 Domaine d'application

Cet essai est prévu pour les contacts soudés entre fil et pastille, fil et substrat ou fil et borne à l'intérieur de l'encapsulation de dispositifs à semiconducteurs dont les contacts soudés sont réalisés par soudure, thermocompression, ultrasons ou autres techniques similaires.

6.2.2 Description générale de l'essai

6.2.2.1 Méthode A: Traction du fil (appliquée séparément aux contacts soudés)

Couper le fil de connexion à la pastille ou au substrat de façon à pouvoir disposer de deux extrémités accessibles pour l'essai de traction. Dans le cas où le fil est court, il peut être nécessaire de couper le fil près d'une de ses extrémités de façon à pouvoir exercer la traction sur l'autre extrémité. Saisir le fil dans un dispositif adéquat et exercer une traction simple sur le fil ou sur le dispositif (le fil étant attaché) de telle façon que la force soit appliquée, à 5° près, suivant la normale à la surface de la pastille ou du substrat dans le cas d'une connexion en tête de clou ou, à 5° près, suivant une parallèle à la surface de la pastille ou du substrat dans le cas d'une connexion en point de suture.

6.2.2.2 Méthode B: Traction du fil (appliquée à des contacts soudés simultanément)

Passer un crochet sous le fil connectant la pastille ou le substrat à la borne, et exercer une traction sur le crochet, le dispositif étant immobilisé. Appliquer la force de traction approximativement au milieu du fil suivant une direction qui est, à 5° près, celle de la normale à la surface de la pastille ou du substrat ou de la normale à la droite joignant les connexions.

6.2.2.3 Faire croître progressivement la force de traction jusqu'à rupture soit du fil, soit du contact soudé (point a) du paragraphe 6.2.2.4) ou jusqu'à ce qu'une certaine force minimale ait été atteinte (point b) du paragraphe 6.2.2.4).

6.2.2.4 Critères de défaillance

- Pour décider de l'acceptation, noter la valeur de la force de traction pour laquelle il y a rupture du fil ou du contact soudé et la comparer aux valeurs données dans le tableau I (voir note).
- Une autre méthode consiste à faire croître la force de traction jusqu'à la valeur minimale spécifiée (voir note). S'il n'y a eu rupture ni du fil ni du contact soudé, ce dernier est considéré comme ayant satisfait à l'essai.

Note. — La force de traction doit être modifiée si nécessaire (par exemple pour la méthode B), en fonction des renseignements donnés dans l'annexe.

6.1.3 Description of the test apparatus (for all methods)

The apparatus for this test should consist of a suitable equipment for applying the specified stress to the bond, lead wire or terminal as required in the specified test method. A calibrated measurement and indication of the applied stress in newtons (N) at the point of failure should be provided by equipment capable of measuring stresses up to and including 100 mN with an accuracy of ± 2.5 mN, stresses between 100 mN and 500 mN with an accuracy of ± 5 mN, and stresses exceeding 500 mN with an accuracy of $\pm 2.5\%$ of the indicated value.

6.2 Methods A and B (see also appendix)

6.2.1 Scope

This test is intended to be applied to the wire-to-die bond, wire-to-substrate bond, or the wire-to-terminal bond inside the package of wire-connected semiconductor devices bonded by soldering, thermocompression, ultrasonic and other related techniques.

6.2.2 General description of the test

6.2.2.1 Method A: Wire pull (applied to bonds separately)

The wire connecting the die or substrate should be cut so as to provide two ends accessible for a pull test. In the case of short wire runs, it may be necessary to cut the wire close to one termination in order to allow the pull test at the opposite termination. The wire should be gripped in a suitable device and simple pulling action applied to the wire or to the device (with the wire clamped) in such a manner that the force is applied within 5° of the normal to the surface of the die or substrate in the case of nail head bond, or within 5° of the parallel to the surface of the die or substrate in the case of a stitch bond.

6.2.2.2 Method B: Wire pull (applied to two bonds simultaneously)

A hook should be inserted under the lead wire connecting the die or substrate to the terminal, and a pull applied to the hook with the device clamped. The pulling force is applied approximately in the middle of the wire in a direction within 5° of the normal to the die or substrate surface or normal to a straight line between the bonds.

6.2.2.3 The pulling force should be progressively increased until the wire or a bond breaks (Item *a*) of Sub-clause 6.2.2.4, or until the minimum force has been reached (Item *b*) of Sub-clause 6.2.2.4).

6.2.2.4 Failure criteria

- a) For determining acceptance, the value of the pulling force at which the wire or bond breaks should be recorded and compared with that given in Table I (see note).
- b) As an alternative procedure, the pulling force is increased to the specified minimum value (see note). If neither the wire nor the bond is broken, the bond is considered to have passed the test.

Note. — The pulling force should be modified where relevant (for example, for method B) by using the information given in the appendix.

6.2.2.5 Classification des défauts

Quand cela est spécifié, classer comme suit les fils ou contacts soudés cassés:

- a) rupture du fil au point de réduction de section (réduction de section due au procédé de soudure du contact);
- b) rupture du fil ailleurs qu'en ce point;
- c) contact soudé défectueux sur la pastille (interface entre le fil et la métallisation);
- d) contact soudé défectueux sur le substrat (interface entre le fil et la métallisation), à une borne du boîtier, ou en tout autre point sur la pastille;
- e) métallisation décollée de la pastille;
- f) métallisation décollée du substrat ou d'une borne du boîtier;
- g) cassure de la pastille;
- h) cassure du substrat.

Note. — La méthode B n'est pas recommandée pour mesurer la valeur absolue de la robustesse des contacts soudés (voir annexe). On peut cependant l'utiliser pour éprouver la qualité des contacts soudés d'une manière comparative au cours des opérations de fabrication.

6.3 Méthode C

6.3.1 Domaine d'application

Cet essai est normalement prévu pour les contacts soudés extérieurs au boîtier du dispositif.

6.3.2 Méthode C: Décollage de contact soudé

Saisir ou fixer la sortie ou la borne et le boîtier du dispositif de façon à pouvoir exercer un effort de décollement, sous l'angle spécifié, entre la sortie ou la borne et le circuit ou le substrat. Sauf indication contraire, cet angle est de 90°.

6.3.3 Appliquer progressivement la force de traction jusqu'à ce que la sortie (ou la borne) ou le contact soudé cède (paragraphe 6.3.4.1) ou que la force minimale (paragraphe 6.3.4.2) ait été atteinte.

6.3.4 Critères de défaillance

6.3.4.1 Pour décider de l'acceptation, noter la valeur de la force de traction pour laquelle le contact soudé a cédé, et la comparer aux valeurs données dans le tableau I. Le résultat de l'essai n'est concluant que si le contact soudé lui-même a cédé en premier lors de l'application de la force de traction. Seuls les cas où le contact soudé a cédé doivent être considérés comme des défauts.

6.3.4.2 Une autre méthode consiste à faire croître la force de traction jusqu'à la valeur minimale spécifiée. S'il n'y a eu rupture ni de la sortie (ou de la borne) ni du contact soudé, ce dernier est considéré comme ayant satisfait à l'essai.

6.3.5 Classification des défauts

Quand cela est spécifié, classer comme suit les fils ou contacts soudés cassés:

- a) rupture de la sortie (ou de la borne) au point de déformation (région affectée par la soudure);
- b) rupture de la sortie (ou de la borne) en un point non affecté par l'opération de prise de soudure du contact;

6.2.2.5 Classification of failures

When specified, broken wires or bonds should be classified as follows:

- a) wire break at neckdown point (reduction of section due to bonding process);
- b) wire break at a point other than neckdown;
- c) failure in bond (interface between wire and metallization) at the die;
- d) failure in bond (interface between wire and metallization) at substrate, package post or any point other than at the die;
- e) metallization lifted from the die;
- f) metallization lifted from the substrate or package post;
- g) fracture of the die;
- h) fracture of the substrate.

Note. — Method B is not recommended for the purpose of measuring the absolute value of the bond strength (see appendix). However, it may be used for testing the bond quality on a comparative basis during the manufacturing process.

6.3 Method C

6.3.1 Scope

This test is normally intended to be applied to bonds external to the device package.

6.3.2 Method C: Bond peel

The lead or terminal and the device package should be gripped or clamped in such a manner that a peeling stress is exerted with the specified angle between the lead or terminal and the board or substrate. Unless otherwise specified, an angle of 90° should be used.

6.3.3 The pulling force should be progressively applied until the lead (or terminal) or the bond breaks (Sub-clause 6.3.4.1) or until the minimum force has been reached (Sub-clause 6.3.4.2).

6.3.4 Failure criteria

6.3.4.1 For determining acceptance, the value of the pulling force at which the bond breaks should be recorded and compared with that given in Table I. The result of the test is valid only if the bond itself is the first to fail when the pulling force is applied. Only instances in which the bond itself breaks shall be counted as failures.

6.3.4.2 As an alternative procedure, the pulling force is increased to the specified minimum value. If neither the lead (or terminal) nor the bond is broken, the bond is considered to have passed the test.

6.3.5 Classification of failures

When specified, broken leads (or terminals) or bonds should be classified as follows:

- a) lead (or terminal) break at a deformation point (weld affected region);
- b) lead (or terminal) break at a point not affected by the bonding process;

- c) contact soudé défectueux à l'interface (dans la soudure ou en un point de l'interface entre la sortie (ou la borne) et le conducteur du circuit ou du substrat sur lequel le contact soudé a été réalisé);
- d) conducteur décollé du circuit ou du substrat;
- e) cassure dans le circuit ou dans le substrat.

6.4 Méthode D

6.4.1 Domaine d'application

Cet essai est normalement prévu pour les contacts soudés internes entre une pastille de semi-conducteur et un substrat sur lequel elle est fixée par une de ses faces. On peut aussi l'utiliser pour essayer des contacts soudés entre un substrat et un support de transport ou un substrat secondaire sur lequel la pastille a été montée.

6.4.2 Méthode D: Essai du contact soudé au cisaillement (applicable aux dispositifs à surépaisseurs ou «flip chip»)

Amener en contact avec la pastille (ou le support) une pièce en forme de coin ou un outil approprié, en un point situé juste au-dessus du substrat primaire. Appliquer une force perpendiculairement à l'un des côtés de la pastille (ou du support) et parallèlement au substrat primaire, afin de faire céder le contact soudé par cisaillement.

6.4.3 Appliquer progressivement la force jusqu'à ce que les contacts soudés cèdent (paragraphe 6.4.4.1) ou que la force minimale (paragraphe 6.4.4.2) ait été atteinte.

6.4.4 Critères de défaillance

6.4.4.1 Pour décider de l'acceptation, noter la valeur de la force pour laquelle les contacts soudés ont cédé. Elle ne doit pas être inférieure à 50 mN multipliés par le nombre de contacts soudés. L'essai n'est concluant que si les contacts soudés eux-mêmes ont cédé les premiers lors de l'application de la force. Seuls les cas où le contact soudé a cédé doivent être considérés comme des défauts.

6.4.4.2 Une autre méthode consiste à faire croître la force jusqu'à 50 mN multipliés par le nombre de contacts soudés. S'il n'y a eu rupture ni des contacts soudés ni du substrat ou de la pastille, les contacts soudés sont considérés comme ayant satisfait à l'essai.

6.4.5 Classification des défauts

Quand cela est spécifié, classer comme suit les défauts:

- a) défaut dans le matériau du contact soudé ou de son socle, s'il y a lieu;
- b) rupture de la pastille (ou du support) ou du substrat (c'est-à-dire déplacement d'une partie de la pastille ou du substrat située juste sous la connexion);
- c) métallisation décollée (c'est-à-dire séparation entre la métallisation ou le socle et la pastille [ou support] ou le substrat).

6.5 Méthodes E et F

6.5.1 Domaine d'application

Ces essais sont destinés aux dispositifs à sorties-poutres.

- c) failure in the bond interface (in the solder, or at a point of weld interface between the lead (or terminal) and the board or the substrate conductor to which the bond was made);
- d) conductor lifted from the board or substrate;
- e) fracture within the board or substrate.

6.4 *Method D*

6.4.1 *Scope*

This test is normally intended to be applied to internal bonds between a semiconductor die and a substrate to which it is attached in a face-bonded configuration. It may also be used to test the bonds between a substrate and an intermediate carrier or secondary substrate on which the die is mounted.

6.4.2 *Method D: Bond shear* (applied to flip chip)

A suitable tool or wedge should be brought in contact with the die (or carrier) at a point just above the primary substrate and a force applied perpendicular to one edge of the die (or carrier) and parallel to the primary substrate, to cause bond failure by shear.

6.4.3 The force should be progressively increased until the bonds break (Sub-clause 6.4.4.1) or until the minimum force (Sub-clause 6.4.4.2) has been reached.

6.4.4 *Failure criteria*

6.4.4.1 For determining acceptance, the value of the force at which the bonds break should be recorded. It should be not less than 50 mN multiplied by the number of bonds. The result of the test is valid only if the bonds themselves are the first to fail when the force is applied. Only instances in which the bond itself breaks shall be counted as failures.

6.4.4.2 As an alternative procedure, the force is increased to 50 mN multiplied by the number of bonds. If neither the bonds nor the substrate or die are broken, the bonds are considered to have passed the test.

6.4.5 *Classification of failures*

When specified, the failures should be classified as follows:

- a) failure in the bond material, or bonding pedestal, where applicable;
- b) fracture of the die (or carrier) or substrate (that is, removal of a portion of the die or substrate immediately under the bond);
- c) lifted metallization (that is, separation of the metallization or bonding pedestal from the die [or carrier] or substrate).

6.5 *Methods E and F*

6.5.1 *Scope*

These tests are intended for application to beam-lead devices.

La *méthode E* est normalement prévue pour un contrôle de fabrication sur un échantillon de pastille de semiconducteur connecté sur un substrat préparé spécialement. C'est pourquoi on ne peut l'employer sur des échantillons pris au hasard en production ou sur des lots d'inspection.

La *méthode F* est normalement prévue pour un échantillonnage de dispositifs à sorties-poutres qui ont été soudés sur un substrat en céramique ou autre substrat adéquat.

6.5.2 *Méthode E: Essai d'arrachement par poussée*

Utiliser un substrat métallisé percé d'un trou. Ce trou, convenablement centré, doit être assez grand pour permettre le passage d'un outil de poussée, mais assez petit pour ne pas venir perturber les zones des contacts soudés. L'outil de poussée doit être assez grand pour réduire au minimum le risque de bris du dispositif pendant l'essai, mais assez petit pour ne pas venir en contact avec les sorties-poutres dans la zone d'ancrage.

Tenir fermement le substrat et introduire l'outil de poussée dans le trou. Le contact entre l'outil de poussée et le dispositif doit se faire sans impact appréciable (moins de 0,25 mm par minute). Appuyer sur la face inférieure du dispositif de manière progressive jusqu'à ce que la force spécifiée au paragraphe 6.5.5 ci-dessous soit atteinte ou qu'un défaut se produise.

6.5.3 *Méthode F: Essai d'arrachement par traction*

L'appareil de traction étalonné doit comprendre un outil de traction (par exemple une boucle électroformée faite avec un fil de nichrome réalisant la liaison avec un matériau adhésif du genre colle forte (par exemple une résine thermosensible à base d'acétate de polyvinyle) placé sur la face supérieure de la pastille à sorties-poutres. Prendre soin de s'assurer que l'adhésif ne coule pas le long des sorties-poutres ou sous la pastille. Installer de façon rigide le substrat dans le bâti de traction et réaliser une liaison mécanique robuste entre l'outil de traction et le matériau adhésif. Tirer sur le dispositif suivant la normale, à 5° près, jusqu'à atteindre au moins la force donnée au paragraphe 6.5.5 ci-dessous ou jusqu'à ce que la face supérieure de la pastille soit à 2,5 mm environ au-dessus du substrat.

6.5.4 *Pour les deux méthodes E et F, un défaut peut consister en:*

- a) rupture de la pastille de semiconducteur;
- b) décollement de la sortie-poutre par rapport à la pastille de semiconducteur;
- c) rupture de la sortie-poutre au contact soudé;
- d) rupture de la sortie-poutre au bord de la pastille de semiconducteur;
- e) rupture de la sortie-poutre entre le contact soudé et le bord de la pastille de semiconducteur;
- f) décollement du contact soudé du substrat;
- g) décollement de la métallisation (c'est-à-dire séparation entre la métallisation et soit la pastille, soit un plot du contact soudé).

6.5.5 *Force à appliquer (pour les deux méthodes)*

500 mN par millimètre linéaire de largeur nominale de la sortie-poutre non déformée (avant réalisation du contact soudé). La robustesse des contacts soudés doit être déterminée en divisant la force de rupture par la somme des largeurs nominales des sorties-poutres avant réalisation des contacts soudés.

Method E is normally intended to be applied to process control and is used on a sample of semiconductor die bonded to a specially prepared substrate. Therefore, it cannot be used for random sampling of production or inspection lots.

Method F is normally intended to be applied to a sample basis on beam-lead devices that have been bonded to a ceramic or other suitable substrate.

6.5.2 *Method E: Push-off test*

A metallized substrate containing a hole should be employed. The hole, appropriately centred, should be sufficiently large to provide clearance for a push tool, but not large enough to interfere with the bonding areas. The push tool should be sufficiently large to minimize device cracking during testing, but not large enough to contact the beam-leads in the anchor bond area.

The substrate should be rigidly held and the push tool inserted through the hole. The contact of the push tool to the device should be made without appreciable impact (less than 0.25 mm per minute). The tool is forced against the underside of the bonded device at a constant rate until the force specified in Sub-clause 6.5.5 below is attained or a failure occurs.

6.5.3 *Method F: Pull-off test*

The calibrated pull-off apparatus should include a pull-off tool (for instance, an electrically heated loop of nichrome wire) to make connection with a hard setting adhesive material (for instance, a heat-sensitive polyvinyl acetate resin glue) on the top side of the beam-lead die. Care should be taken to ensure that no adhesive flows down the beam or under the die. The substrate should be rigidly installed in the pull-off fixture and the pull-off tool should make firm mechanical connection to the adhesive material. The pulling force should be applied to the device within 5° of the normal and its value increased to at least that specified in Sub-clause 6.5.5 below or until the upper surface of the die is at approximately 2.5 mm above the substrate.

6.5.4 *Failure criteria for both methods E and F:*

- a) broken semiconductor die;
- b) beam lifting from the semiconductor die;
- c) beam broken at a bond;
- d) beam broken at the edge of the semiconductor die;
- e) beam broken between a bond and the edge of the semiconductor die;
- f) bond lifting from the substrate;
- g) metallization lifting (separation of the metallization from either the die or a bonding pad).

6.5.5 *Force to be applied (both methods)*

500 mN per linear millimetre of nominal undeformed (before bonding) beam width. The bond strength should be determined by dividing the breaking force by the total of the nominal beam widths before bonding.

6.6 Renseignements que doit fournir la spécification particulière

Quand cet essai est prescrit par une spécification particulière, les détails suivants doivent être précisés dans la mesure où ils sont applicables;

- méthode d'essai;
- mode opératoire: force à la rupture ou valeur prédéterminée de la force appliquée;
- robustesse minimale du contact soudé;
- nombre et sélection des contacts soudés à essayer sur chaque dispositif et nombre de dispositifs;
- pour la méthode C, angle de traction pour le décollage des contacts soudés s'il est différent de 90° et valeur minimale de robustesse des contacts soudés correspondante.

TABLEAU I

Méthode d'essai	Composition et diamètre du fil (mm)	Force de traction minimale P_w (mN)*			
		Avant scellement		Après scellement et tout autre processus ou tri, si applicable	
		Normalement à la pastille	Parallèlement à la pastille	Normalement à la pastille	Parallèlement à la pastille
A ou B	Al 0,018	15	25	10	20
	Au 0,018	20	30	15	25
A ou B	Al 0,025	25	35	15	25
	Au 0,025	30	40	25	35
A ou B	Al 0,033	30	40	20	30
	Au 0,033	40	50	30	40
A ou B	Al 0,038	35	45	25	35
	Au 0,038	50	60	35	45
A ou B	Al 0,075	120	130	80	90
	Au 0,075	150	160	120	130

* Voir la figure 1, page 32

Notes 1. — Pour les fils méplats, utiliser le diamètre du fil rond équivalent qui a la même section droite que le fil méplat à essayer.

2. — On doit prendre soin de ne pas endommager le contact soudé lorsqu'on ouvre le boîtier pour les essais après scellement.

6.6 Information to be given in the relevant specification

When this test is required in a relevant specification, the following details should be given as far as they are applicable:

- test method;
- testing procedure: force to rupture or predetermined value of the applied force;
- minimum bond strength;
- number and selection of bonds to be tested on each device and number of devices;
- for test method C, angle of the bond peel if other than 90° and corresponding minimum bond strength.

TABLE I

Test method	Wire composition and diameter (mm)	Minimum pulling force P_w (mN)*			
		Pre-seal		Post-seal and any other processing or screening when applicable	
		Normal to die	Parallel to die	Normal to die	Parallel to die
A or B	Al 0.018 Au 0.018	15 20	25 30	10 15	20 25
A or B	Al 0.025 Au 0.025	25 30	35 40	15 25	25 35
A or B	Al 0.033 Au 0.033	30 40	40 50	20 30	30 40
A or B	Al 0.038 Au 0.038	35 50	45 60	25 35	35 45
A or B	Al 0.075 Au 0.075	120 150	130 160	80 120	90 130

* See Figure 1, page 33.

Notes 1. — For ribbon wire, use the equivalent round wire diameter that gives the same cross-sectional area as the ribbon wire being tested.

2. — Care should be taken not to damage the bond when opening the case for the post-seal tests.

ANNEXE AU PARAGRAPHE 6.2

Guide

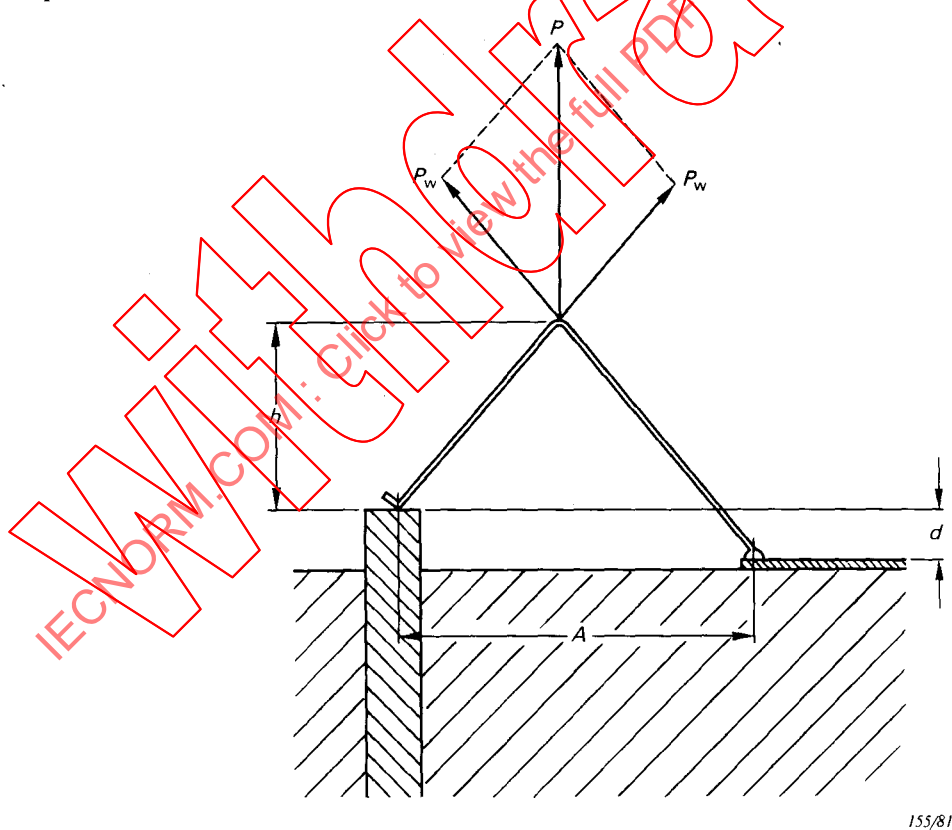
Méthode A

En règle générale, un contact soudé en point de suture doit être normalement soumis à un effort de cisaillement, et un contact soudé en tête de clou à une force de traction.

Méthode B

La force qui est effectivement appliquée aux contacts soudés varie considérablement avec la longueur de la boucle de fil entre contacts soudés, c'est-à-dire avec les paramètres A et h de la figure 1 ci-après, ainsi qu'avec la distance verticale d entre contacts soudés. Si la boucle de fil est très courte, la résistance à la rupture du fil peut facilement être dépassée même si la force appliquée au crochet est inférieure à cette limite. Par exemple, on peut voir, avec la formule donnée ci-dessous, qu'une force de traction P_w d'environ 100 mN est exercée sur un fil lorsqu'une force P de 40 mN est appliquée au crochet, si $h = 0,1$ mm, $A = 2$ mm et $d = 0,2$ mm. Dans ce cas, un fil d'or de 0,025 mm de diamètre peut fort bien se casser avant que le contact soudé ne lâche. Si $d = 0$, une force de traction similaire est atteinte pour une valeur de P de 20 mN seulement.

Il convient de recourir à ces renseignements pour utiliser correctement les valeurs données dans le tableau I, afin de tenir compte de la disposition géométrique particulière des contacts soudés du dispositif.



155/81

$$P_w = \frac{P}{2} \left[1 + \frac{A^2}{(2h + d)^2} \right]^{\frac{1}{2}}$$

FIGURE 1

APPENDIX TO SUB-CLAUSE 6.2

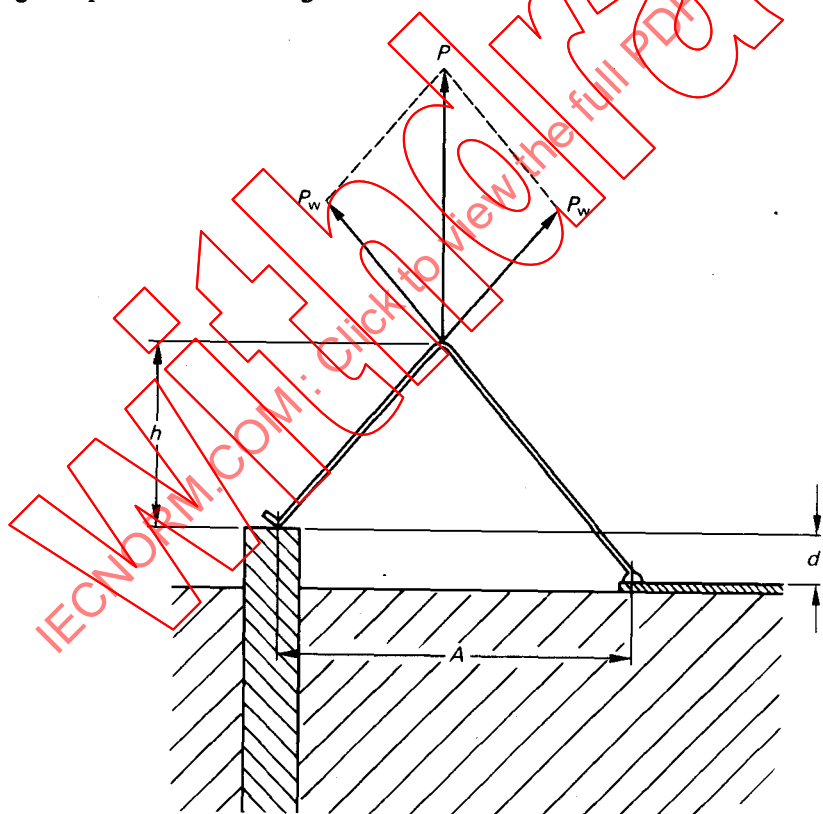
*Guidance**Method A*

As a general guidance, a stitch type bond should normally be submitted to a shear force, and a nail-head type bond to withstand a pulling force.

Method B

The force that is actually applied to the bonds varies considerably with the length of the wire loop between bonds, that is, parameters A and h of Figure 1 hereinafter, and with the vertical distance d between bonds. If the wire loop is very short, the breaking load of the wire may easily be exceeded even if the force applied to the hook is smaller than this limit. For instance, it can be seen from the formula given below that a pulling force P_w of approximately 100 mN will be exerted on a wire when a force P of 40 mN is applied to the hook, and $h = 0.1$ mm, $A = 2$ mm and $d = 0.2$ mm. In such a case, a gold wire of 0.025 mm diameter is likely to be broken before the bond gives way. If $d = 0$, a similar pulling force will be developed with P reduced to 20 mN.

This information should be used to take into consideration the typical bond geometry of the device in determining compliance with the figures in Table I.



155/81

$$P_w = \frac{P}{2} \left[1 + \frac{A^2}{(2h + d)^2} \right]^{\frac{1}{2}}$$

FIGURE 1

CHAPITRE III: ESSAIS CLIMATIQUES

Le choix des essais appropriés dépend du type de dispositifs et du boîtier. Les essais applicables correspondants doivent être indiqués dans la spécification particulière.

Les températures doivent être choisies:

- pour les dispositifs discrets, dans la Publication 747-1 de la C E I: Première partie: Généralités, chapitre VI, article 5;
- pour les circuits intégrés, dans la Publication 748-1 de la C E I: Première partie: Généralités, chapitre VI, article 5.

1 Variations de température

Référence: Publication 68-2-14 de la CEI, cinquième édition (1984), Essai N: Variations de température.

1.1 Variations rapides de température: méthode des deux chambres

Cet essai est conforme à l'essai Na, avec les exigences spécifiques suivantes:

- il est permis de faire l'essai avec une seule chambre remplissant les conditions spécifiées;
- la capacité de chaque chambre et leur chargement doivent être tels que la température spécifiée de la chambre soit atteinte en moins de 2 min après introduction des échantillons dans la chambre;
- la constante de temps thermique du spécimen en essai et de son support doit être prise en compte;
- basse température T_A : température de stockage minimale du dispositif à semiconducteurs*;
- haute température T_B : température de stockage maximale du dispositif à semiconducteurs*;
- durée de l'exposition t_1 : 10 min si le spécimen a atteint la température d'exposition en moins de 3 min, ou 10 min après que l'équilibre thermique a été atteint dans les autres cas. De toute façon, l'échantillon doit atteindre l'équilibre thermique en moins de 20 min;
- mesures initiales:
 - essais mécaniques: néant;
 - essais électriques: selon spécification particulière;
- mesures finales:
 - les essais électriques sont les mêmes que pour les essais d'endurance; de plus, pratiquer un examen visuel externe du composant pour mettre en évidence les craquelures, les fêlures et les particules détachées.

* Les tolérances sur ces températures doivent être telles que les valeurs limites ne soient pas dépassées.

CHAPTER III: CLIMATIC TEST METHODS

The choice of the appropriate tests depends on the type of devices and of the encapsulation. The relevant specification shall state which tests are applicable.

Temperatures shall be chosen:

- for discrete devices from IEC Publication 747-1: Part 1: General, Chapter VI, Clause 5;
- for integrated circuits from IEC Publication 748-1: Part 1: General, Chapter VI, Clause 5.

1. Change of temperature

Reference: IEC Publication 68-2-14, fifth edition (1984), Test N: Change of Temperature.

1.1 Rapid change of temperature: two-chamber method

This test shall be in accordance with Test Na, with the following specific requirements:

- the use of a single test chamber that meets the specified conditions is permissible;
- the capacity of each chamber and the loading should be such that the specified exposure temperature will be reached within 2 min after the specimens are introduced into the chamber;
- the thermal time constant of the test specimen and its carrier shall be taken into account;
- low temperature T_A : the minimum storage temperature of the semiconductor device*;
- high temperature T_B : the maximum storage temperature of the semiconductor device*;
- duration of the exposure t_1 : 10 min if the exposure temperature has been reached by the specimen within 3 min, or 10 min after thermal equilibrium of the specimen has been reached in other cases. Thermal equilibrium of the specimen shall be reached, in any case, in not more than 20 min;
- initial measurements:
 - mechanical tests: none,
 - electrical tests: as given in the relevant specification;
- final measurements:
 - electrical tests to be the same as for endurance tests, and an external visual examination is to be performed for evidence of cracks, breaks, loose parts.

* The tolerances for these temperatures should be such that the rated values are not exceeded.

1.2 Variations rapides de température: méthode des deux bains

Cet essai est conforme à l'essai Nc, avec les exigences spécifiques suivantes:

Températures préférentielles (des liquides appropriés sont choisis pour la gamme des températures):

- 0 °C/+ 125 °C
 - 55 °C/+ 125 °C
 - 65 °C/+ 150 °C
 - 65 °C/+ 200 °C
- $T_{\text{stg min}}/T_{\text{stg max}}$

2. Stockage (à haute température)

Référence: Publication 68-2-48 de la CEI, première édition (1982): Guide sur l'utilisation des essais de la Publication 68 de la CEI pour simuler les effets du stockage.

Les spécimens doivent être stockés à la température de stockage maximale ($T_{\text{stg max}}$) indiquée dans la spécification applicable. Sauf spécification contraire dans la spécification applicable, la durée de l'essai est choisie parmi celles que donnent la Publication 747-1, chapitre VII, section trois, paragraphe 2.2.1, pour les dispositifs discrets et, pour les circuits intégrés, la Publication 748-1, chapitre VII, section trois, paragraphe 2.2.1.

Après l'essai, les mesures spécifiées dans la spécification applicable doivent être effectuées.

3. Basse pression atmosphérique

Référence: Publication 68-2-13 de la CEI, quatrième édition (1983), Essai M: Basse pression atmosphérique.

Cet essai est conforme à l'essai M, avec les exigences spécifiques suivantes:

Sauf spécification contraire, cet essai n'est applicable qu'aux dispositifs dont les tensions de fonctionnement sont supérieures à 1 000 V.

- a) préconditionnement: néant;
- b) mesures initiales: comme spécifiées dans la spécification applicable;
- c) la tension maximale spécifiée est appliquée aux bornes spécifiées dès le début de l'épreuve (c'est-à-dire avant diminution de la pression);
- d) pression: 1 kPa (10 mbar), 4,4 kPa (44 mbar) ou 60 kPa (600 mbar); durée: 1 min;
- e) non applicable;
- f) pendant l'épreuve, on doit contrôler le courant de fuite supplémentaire dû à un claquage partiel. L'examen visuel peut donner des informations supplémentaires;
- g) reprise: 1 h à 2 h dans les conditions atmosphériques normales d'essai (voir chapitre I, article 4 de cette publication);
- h) mesures finales: comme spécifiées dans la spécification applicable.

4. Essai cyclique de chaleur humide

Référence: Publication 68-2-30 de la CEI, deuxième édition (1980), Essai Db et guide: Essai cyclique de chaleur humide (cycle de 12 + 12 heures).

Cet essai est conforme à l'essai Db, avec les exigences spécifiques suivantes:

(A l'étude.)

1.2 *Rapid change of temperature: two-fluid-bath method*

This test shall be in accordance with Test Nc, with the following specific requirements:

Preferred temperatures (appropriate liquids for the temperature range should be chosen):

- 0 °C/+ 125 °C
 - 55 °C/+ 125 °C
 - 65 °C/+ 150 °C
 - 65 °C/+ 200 °C
- $T_{\text{stg min}}/T_{\text{stg max}}$

2. **Storage (at high temperature)**

Reference: IEC Publication 68-2-48, first edition (1982): Guidance on the Application of the Tests of IEC Publication 68 to Simulate the Effects of Storage.

The specimens shall be stored at the maximum storage temperature ($T_{\text{stg max}}$) as given in the relevant specification. Unless otherwise specified in the relevant specification, the duration of the test shall be selected from those given in Publication 747-1, Chapter VII, Section Three, Sub-clause 2.2.1, for discrete devices and, for integrated circuits, in Publication 748-1, Chapter VII, Section Three, Sub-clause 2.2.1.

After the test, the measurements specified in the relevant specification shall be performed.

3. **Low air pressure**

Reference: IEC Publication 68-2-13, fourth edition (1983), Test M: Low Air Pressure.

This test shall be in accordance with Test M, with the following specific requirements:

Unless otherwise specified, this test applies only to devices with operating voltages greater than 1000 V.

- a) pre-conditioning: none;
- b) initial measurements: as specified in the relevant specification;
- c) the specified maximum voltage shall be applied to specified terminals from the start of the test (that is, before pressure reduction starts);
- d) pressure: 1 kPa (10 mbar), 4.4 kPa (44 mbar) or 60 kPa (600 mbar); duration: 1 min;
- e) not applicable;
- f) during the test, additional leakage current caused by partial breakdown shall be monitored. Visual examination may give additional information;
- g) recovery: 1 h to 2 h at standard atmospheric conditions for testing (see Chapter I, Clause 4 of this publication);
- h) final measurements: as specified in the relevant specification.

4. **Damp heat, cyclic**

Reference: IEC Publication 68-2-30, second edition (1980), Test Db and Guidance: Damp Heat, Cyclic (12 + 12-hour Cycle).

This test is in accordance with Test Db, with the following specific requirements:

(Under consideration.)

5. Essai continu de chaleur humide

5A. Cas général

Référence: Publication 68-2-3 de la CEI, troisième édition (1969), Essai Ca: Essai continu de chaleur humide.

Cet essai est conforme à l'essai Ca, avec les exigences spécifiques suivantes:

- a) méthode de préconditionnement: néant;
- b) vérifications à effectuer avant l'essai:
essais mécaniques: néant,
essais électriques: selon spécification particulière;
- c) avant introduction du dispositif dans la chambre, le dispositif doit être porté à une température supérieure à celle de la chambre (pour éviter toute condensation sur le dispositif);
- d) sévérités: 4, 10, 21 et 56 jours;
- e) conditions de charge (fonctionnement électrique) en cours d'épreuve: néant;
- f) vérifications électriques et mécaniques à effectuer en cours d'épreuve et moment(s) de leur exécution: néant;
- g) précautions particulières pour retirer l'humidité de surface, s'il y a lieu;
- h) conditions de reprise: conditions atmosphériques normales d'essai décrites dans l'article 4 du chapitre I de cette publication;
- j) vérifications à effectuer après reprise: les essais électriques prescrits dans la spécification particulière doivent être faits moins de 24 h après la fin de l'essai. S'ils sont prescrits dans la spécification particulière, l'examen visuel après une épreuve de corrosion et la lisibilité du marquage doivent être effectués.

5B. Dispositifs n'ayant pas de cavité interne

Note. — Un dispositif n'ayant pas de cavité interne est un dispositif dans lequel le matériau d'encapsulation est en contact direct avec toutes les surfaces exposées de l'élément actif et dans lequel aucun espace vide n'est laissé au cours de sa fabrication.

5B-1 But

On effectue un essai continu d'humidité afin d'évaluer, de manière accélérée, la résistance des dispositifs n'ayant pas de cavité interne aux détériorations dues à une humidité élevée et à la chaleur, mais non pour évaluer les effets externes de la corrosion. La plupart des dégradations résultent de l'absorption de la vapeur d'eau par les matériaux d'encapsulation et de la présence de couches d'humidité ou de la pénétration d'humidité le long des surfaces de jonction.

5B-2 Chambre d'essai

5B-2.1 La chambre d'essai doit être construite de telle sorte que:

- 1) la température et l'humidité de la chambre soient commandées au moyen de capteurs situés aux emplacements destinés à recevoir les spécimens;
- 2) aux emplacements destinés à recevoir les spécimens, la température puisse être maintenue à la valeur spécifiée $\pm 2^\circ\text{C}$ et l'humidité relative à la valeur spécifiée $\pm 5\%$;

Note. — La tolérance de $\pm 2^\circ\text{C}$ sur la température est destinée à tenir compte des erreurs absolues de mesure, des dérives lentes de température et des écarts de température aux emplacements destinés à recevoir les spécimens. Il est nécessaire de limiter les fluctuations brèves de température à $\pm 0,5^\circ\text{C}$ pour maintenir l'humidité requise.

5. Damp heat, steady state

5A. General case

Reference: IEC Publication 68-2-3, Third edition (1969), Test Ca: Damp Heat, Steady State.

This test shall be in accordance with Test Ca, with the following specific requirements:

- a) pre-conditioning procedure: none;
- b) checks to be made prior to the test:
 - mechanical tests: none,
 - electrical tests: as in the relevant specification;
- c) prior to the introduction of the device into the chamber, the device should be heated to a temperature greater than that of the chamber, so as to avoid condensation on the device;
- d) severities: 4, 10, 21 and 56 days;
- e) loading (electrical operation) during conditioning: none;
- f) electrical and mechanical checks to be made during conditioning and the period(s) after which they should be performed: none;
- g) special precautions regarding the removal of surface moisture, if applicable;
- h) recovery conditions: standard atmospheric conditions for testing, as for Clause 4 of Chapter I of this publication;
- j) checks to be made after recovery: electrical tests as called for in the relevant specification are to be performed within 24 h. When stated in the relevant specification, visual examination for corrosion and marking legibility is to be performed.

5B. Non-cavity devices

Note. — A non-cavity device is a device in which enclosing or encapsulating material is in intimate contact with all exposed surfaces of the active element, and no void space is included in the device design.

5B-1 Purpose

The steady-state humidity test is performed for the purpose of evaluating, in an accelerated manner, the resistance of non-cavity devices to the deteriorative effects of the high humidity and heat conditions, but is not intended to evaluate external corrosion effects. Degradation results from absorption of water vapour by the encapsulation materials and presence of moisture films or penetration of moisture along physical junctions.

5B-2 Testing chamber

5B-2.1 The chamber should be so constructed that:

- 1) the temperature and humidity of the chamber are monitored by means of sensing devices located in the working space;
- 2) the temperature and relative humidity in the working space can be maintained at $\pm 2^\circ\text{C}$ of the specified temperature and $\pm 5\%$ of the relative humidity;

Note. — The temperature tolerance $\pm 2^\circ\text{C}$ is intended to take account of absolute errors in the measurement, slow changes of temperature and temperature variations of the working space. It is necessary to keep the short-term temperature fluctuation within $\pm 0.5^\circ\text{C}$ to maintain the required humidity.

- 3) l'eau de condensation soit drainée de la chambre de façon continue et ne soit pas réutilisée avant d'être de nouveau purifiée;
- 4) si les conditions d'humidité sont obtenues avec une chambre du type à injection, l'eau doit avoir une résistivité supérieure à 500 Ωm .

5B-2.2 Des précautions doivent être prises pour que:

- 1) les conditions qui règnent aux emplacements destinés à recevoir les spécimens soient homogènes et aussi voisines que possible de celles qui existent au voisinage immédiat des capteurs;
- 2) les caractéristiques ou la charge des spécimens en essai n'influencent pas de façon appréciable les conditions à l'intérieur de la chambre;
- 3) l'eau de condensation provenant des parois et du plafond de la chambre ne puisse pas tomber sur les spécimens.

5B-2.3 Exécution de l'essai

5B-2.3.1 Mesures initiales

Avant d'exposer les dispositifs, on effectue les mesures initiales spécifiées aux conditions atmosphériques normales ou comme spécifié.

5B-2.3.2 Tension appliquée

- a) Durant l'exposition, lorsque la spécification le prescrit, on applique aux dispositifs une tension de polarisation. On indique ci-dessous, par ordre d'importance décroissante, les règles permettant de réaliser la configuration de circuit qui convient à l'application de la polarisation (voir note):

- puissance la plus faible possible;
- tension la plus élevée possible dans la gamme des tensions de fonctionnement;
- différence de tension la plus élevée possible entre deux lignes de métallisation adjacentes sur la pastille (par exemple, dans le cas de circuits digitaux, les entrées adjacentes d'une même porte sont l'une au niveau haut, l'autre au niveau bas).

Note. — La contrainte la plus forte correspond à une puissance nulle, à une tension égale à la tension maximale de fonctionnement autorisée et à une différence de tension maximale entre deux lignes de métallisation adjacentes sur la pastille.

- b) Les tensions et/ou les courants de polarisation sont appliqués ou fournis aux dispositifs pendant une durée totale égale à la durée spécifiée de l'essai (à la tolérance permise près).
- c) On doit continuer à appliquer la (les) tension(s) de polarisation aux dispositifs jusqu'à refroidissement de ceux-ci à la température ambiante, à moins qu'il ne soit établi, pour des dispositifs et des conditions d'essais donnés, qu'aucune variation appréciable des caractéristiques n'a lieu lorsque le dispositif se refroidit et que la polarisation n'est plus appliquée.

5B-2.3.3 Reprise

Après achèvement de l'essai, on doit allouer aux spécimens un temps de reprise qui ne soit pas inférieur à 2 h et pouvant s'étendre jusqu'à 24 h, à 25 ± 3 °C et à la pression atmosphérique, avant de pratiquer les mesures finales.

- 3) condensed water is continuously drained from the chamber and not used again until it has been re-purified;
- 4) when the humidity conditions are obtained by using an injection-type chamber, the water should have a resistivity not less than 500 Ωm .

5B-2.2 Precautions should be taken to ensure that:

- 1) the conditions prevailing throughout the working space are uniform and as similar as possible to those prevailing in the immediate vicinity of the sensing devices;
- 2) the properties or loading of the specimen under test do not appreciably influence conditions within the chamber;
- 3) no condensed water from the walls and roof of the test chamber can fall on the specimens.

5B-2.3 *Procedure*

5B-2.3.1 *Initial measurements*

Prior to exposure, the specified initial measurements should be made at standard atmospheric conditions or as specified.

5B-2.3.2 *Applied voltage*

- a) During exposure, when specified, the devices should have a voltage bias applied. Guidelines for determining appropriate circuit configuration for bias application are listed below in descending order of importance (see note):

- power as small as possible;
- voltage as high as possible within the operating range;
- voltage difference as high as possible between adjacent metallization lines on the die (for example, in the case of digital devices, adjacent inputs for the same gate would be high and low).

Note. — The highest stress conditions correspond to zero power, maximum allowed voltage to the device within the operating range and maximum allowed voltage between adjacent metallization lines on the die.

- b) Bias voltages and/or currents should be supplied to devices for a total time equal to the specified test time (within the allowed tolerance).
- c) The voltage bias(es) should continue to be applied to devices until they have cooled to room temperature when they are being removed from a test, unless it can be established, for the given device types and test conditions, that no significant change of characteristics occurs when the device is cooled with the bias removed.

5B-2.3.3 *Recovery*

Upon completion of this test, specimens should be allowed to recover for not less than 2 h and up to 24 h at $25 \pm 3^\circ\text{C}$ and normal atmospheric pressure prior to endpoint measurements.

5B-2.3.4 Mesures finales

Les mesures peuvent débuter à n'importe quel moment ou au bout du temps de reprise, mais toutes les mesures doivent être effectuées 8 h au plus après la période de reprise.

5B-2.3.5 Conditions d'essai

Les conditions d'essai sont les suivantes:

Sévérité 1 (préférentielle)

Température $85 \pm 2^\circ\text{C}$

Humidité relative: $85 \pm 5\%$

Sévérité 2

Température: $55 \pm 2^\circ\text{C}$

Humidité relative: 90% à 98%

Sauf spécification contraire, la durée de l'essai est fixée à 1000 ± 96 h.

5B-2.4 Renseignements que doit fournir la spécification particulière

- a) tension appliquée, si cela est exigé (voir paragraphe 5B-2.3.2);
- b) mesures initiales et finales avec leurs conditions ambiantes si elles diffèrent des conditions atmosphériques normales (voir paragraphes 5B-2.3.1 et 5B-2.3.4);
- c) durée de l'essai si elle diffère de 1000 h (voir paragraphe 5B-2.3.5);
- d) configuration du circuit (voir paragraphe 5B-2.3.2).

6. Essai cyclique composite de température et d'humidité

Référence: Publication 68-2-38 de la CEI, première édition (1974), Essai Z/AD: Essai cyclique composite de température et d'humidité.

Cet essai est conforme à l'essai Z/AD, avec les exigences spécifiques suivantes:

Description générale de l'essai

Si on le demande, on applique des tensions de polarisation aux bornes de l'isolant et/ou une charge électrique, pour rechercher la possibilité d'une corrosion électrochimique.

Description de l'appareillage d'essai

Note. — Pour la phase de froid à $-10 \pm 2^\circ\text{C}$, il n'y a pas besoin de préciser l'humidité. Si le cycle est accompli dans une chambre séparée, l'air n'a pas besoin d'être brassé.

Méthode d'essai

Séchage assisté

Pour s'assurer que la mesure initiale a lieu alors que le spécimen est bien sec, on peut spécifier une durée de séchage initial de 24 h à 50°C .

5B-2.3.4 *Final measurements*

Measurements may be initiated any time during or upon completion of the recovery period, but all measurements must be completed within 8 h after the recovery period.

5B-2.3.5 *Test conditions*

The test conditions should be as follows:

Severity 1 (preferred)

Temperature: $85 \pm 2^\circ\text{C}$

Relative humidity: $85 \pm 5\%$

Severity 2

Temperature: $55 \pm 2^\circ\text{C}$

Relative humidity: 90% to 98%

Unless otherwise specified, the test duration should be 1000 ± 96 h.

5B-2.4 *Information to be given in the relevant specification*

- a) applied voltage if required (see Sub-clause 5B-2.3.2);
- b) initial and final measurements and their ambient conditions if different from standard atmospheric conditions (see Sub-clauses 5B-2.3.1 and 5B-2.3.4);
- c) test duration if different from 1000 h (see Sub-clause 5B-2.3.5);
- d) circuit configuration (see Sub-clause 5B-2.3.2).

6. **Composite temperature/humidity cyclic test**

Reference: IEC Publication 68-2-38, First edition (1974), Test Z/AD: Composite Temperature/humidity Cyclic Test.

This test shall be in accordance with Test Z/AD, with the following specific requirements:

General description of the test

When required, provision should be made for the application of polarizing voltages across insulation and/or electrical loading of the device to investigate the possibility of electrochemical corrosion.

Description of test apparatus

Note. — For the cold period at $-10 \pm 2^\circ\text{C}$, no humidity requirement is valid. If performed in a separate chamber, the air need not be stirred.

Testing procedure

Assisted drying

To ascertain that the initial measurement is performed in dry condition, an initial drying period of 24 h at 50°C may be specified.

Préconditionnement mécanique

Le preconditionnement mécanique n'est pas obligatoire.

Si l'on doit en spécifier un, faire l'essai de pliage tel qu'il est décrit au paragraphe 1.2 du chapitre II de cette publication.

Description d'un cycle de 24 h

Le programme doit être réalisé avec une tolérance de ± 10 min.

Si l'on utilise une seule chambre, faire décroître la température de 25 ± 2 °C à -10 ± 2 °C en moins de 1½ h et la maintenir à cette valeur pendant au moins 3 h.

Mesures finales

Effectuer les mesures au cours de la phase d'humidité élevée à une température de 25 ± 2 °C et une humidité relative de $94 \pm 4\%$ avec des précautions spéciales si cela est spécifié. Effectuer également les mesures entre 1 h et 2 h après enlèvement de la chambre, seulement si on le spécifie.

Renseignements que doit fournir la spécification particulière

- Procédures de preconditionnement supplémentaires pour l'épreuve.
- Indication si les mesures au cours de la phase d'humidité élevée (définies ci-dessus) doivent être effectuées.

7. Etanchéité

7.1 Essai à la bombe

Référence: Publication 68-2-17 de la CEI, troisième édition (1978), Essai Q: Etanchéité.

Cet essai est conforme à l'essai Q1, avec les exigences spécifiques suivantes:

- liquide d'essai: mélange de 95% d'alcool méthylique et de 5% d'eau, avec addition de détergent;
- température du liquide d'essai: 25 ± 5 °C;
- pression: 450 kPa (4,5 bar);
- durée de l'épreuve: 16 h;
- liquide de nettoyage: eau désionisée;
- reprise: comprise entre 2 jours et 2 semaines.

Note. — Il n'est pas recommandé d'utiliser cet essai pour les dispositifs à semiconducteurs (voir annexe F de la Publication 68-2-17).

7.2 Pénétration de colorant

Référence: néant.

7.2.1 Objet

Déceler et identifier les fuites franches dans l'enveloppe de dispositifs à semiconducteurs.

Cet essai n'est pas destiné à essayer les dispositifs sans cavité interne.

Mechanical pre-conditioning

Mechanical pre-conditioning is not mandatory.

Should such a test be specified, the bending test as described in Sub-clause 1.2 of Chapter II of this publication shall be performed.

Description of 24 h cycle

The timing should have a tolerance of ± 10 min.

If a single chamber is used, the temperature should fall from $25 \pm 2^\circ\text{C}$ to $-10 \pm 2^\circ\text{C}$ within $1\frac{1}{2}$ h and should be maintained at the low value for at least 3 h.

Final measurements

Measurements at high humidity at a temperature of $25 \pm 2^\circ\text{C}$ and a relative humidity of $94 \pm 4\%$ may be performed under special precautions if specified. Also measurements within 1 h to 2 h after removal from the humidity chamber will be performed only if specified.

Information to be given in the relevant specification

- Additional pre-conditioning procedures.
- Statement whether high humidity measurement conditions above are required.

7. Sealing

7.1 Bomb pressure test

Reference: IEC Publication 68-2-17, third edition (1978), Test Q: Sealing.

This test shall be in accordance with Test Q1, with the following specific requirements:

- test liquid: 95% methylalcohol and 5% water mixture, with addition of a detergent;
- temperature of the test liquid: $25 \pm 5^\circ\text{C}$;
- pressure: 450 kPa (4.5 bar);
- duration of conditioning: 16 h;
- cleaning liquid: deionised water;
- recovery: between 2 days and 2 weeks.

Note. — The use of this test is not recommended for semiconductor devices (see Appendix F to IEC Publication 68-2-17).

7.2 Penetrant dye

Reference: none.

7.2.1 Object

To detect and identify gross leaks in the encapsulation of semiconductor devices.

This test is not intended for non cavity-devices.

7.2.2 Description générale de l'essai

Le dispositif est placé dans une solution de colorant sous pression et ensuite examiné pour mettre en évidence la pénétration de colorant dans le dispositif ou l'exsudation de colorant provenant du dispositif.

7.2.3 Description du matériel d'essai

Récipient résistant à la pression qui doit être capable de maintenir la pression spécifiée pendant le temps spécifié et avoir un volume suffisant pour que les dispositifs puissent être recouverts par la solution de colorant non fluorescent ou fluorescent additionnée d'un mouillant non ionique.

7.2.4 Exécution de l'essai

Placer les dispositifs dans le récipient contenant une solution de colorant et élever la pression jusqu'à un minimum de 500 kPa (5 bar) pendant au moins 1 h.

Faire tomber la pression à la fin de cette période, puis rincer les dispositifs avec un solvant approprié au type de colorant utilisé, les faire sécher pendant au moins 1 h.

7.2.5 Examen

Examiner visuellement les dispositifs transparents en recherchant les pénétrations de colorant à l'intérieur ou, pour les dispositifs opaques, en recherchant les exsudations de colorant.

Les dispositifs sont examinés avec un grossissement de $3 \times$ à $10 \times$, avec une source lumineuse dans le spectre visible ou ultraviolet, suivant le type de colorant utilisé.

7.2.6 Critères de défaillance

Pénétration de colorant (dispositifs transparents) ou exsudation de colorant (dispositifs opaques).

7.2.7 Renseignements que doit fournir la spécification particulière

- a) solution de colorant;
- b) type de source lumineuse;
- c) pression et temps de pressurisation, s'ils diffèrent de 500 kPa (5 bar) minimum et de 1 h minimum.

7.3 Détection des microfuites: méthode au krypton radioactif

Référence: néant.

7.3.1 Objet

Déterminer le taux de fuites d'un dispositif à semiconducteurs en mesurant le niveau de rayonnement dans le dispositif après que celui-ci a été mis sous pression dans une enceinte contenant un gaz traceur radioactif convenable.

Cette méthode peut être spécifiée dans le cas de dispositifs encapsulés hermétiquement dans des boîtiers en verre, en métal ou en céramique (ou utilisant une combinaison de ces matériaux); elle convient pour des taux de fuites normalisés équivalents inférieurs à 10^{-5} bar·cm³/s.

7.2.2 General description of the test

The device is exposed to a pressurized dye solution and subsequently inspected for evidence of entry of dye into the device or exudation of dye from the device.

7.2.3 Description of test apparatus

A pressure-vessel which shall be capable of maintaining the stated pressure for the time specified and of sufficient volume to allow the devices to be covered with a solution of non-fluorescent or fluorescent dye to which a non-ionic wetting agent has been added.

7.2.4 Procedure

The devices shall be placed in the pressure-vessel with a dye solution and pressurized at 500 kPa (5 bar) minimum for at least 1 h.

The pressure shall be removed at the end of this period, then the devices washed using a solvent suitable for the type of dye used and dried for a minimum period of 1 h.

7.2.5 Inspection

Transparent devices shall be visually inspected for dye penetration into their interior whereas opaque devices shall be inspected for exudation of dye.

Devices shall be viewed under a magnification of $3\times$ to $10\times$, and with a light source in the visible or ultraviolet spectrum according to the type of dye solution.

7.2.6 Failure criteria

Dye penetration (transparent devices) or dye exudation (opaque devices).

7.2.7 Information to be given in the relevant specification

- a) dye solution;
- b) type of light source;
- c) pressurization, pressure and time, if other than 500 kPa (5 bar) minimum and 1 h minimum.

7.3 Fine leak detection: radioactive krypton method

Reference: none.

7.3.1 Object

To determine the leak rate of a semiconductor device by measuring the radiation level present within the device after having been pressurized in a chamber with suitable radioactive tracer gas.

This method is intended to be specified for devices which are designed to be hermetically sealed in glass, metal or ceramic (or combination thereof) encapsulations and is suitable for equivalent standard leak rates smaller than 10^{-5} bar·cm³/s.