

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60749

**Edition 2.2
2002-04**

Edition 2:1996 consolidée par les amendements 1:2000 et 2:2001
Edition 2:1996 consolidated with amendments 1:2000 and 2:2001

**Dispositifs à semiconducteurs –
Essais mécaniques et climatiques**

**Semiconductor devices –
Mechanical and climatic test methods**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60749:1996+A1:2000+A2:2001

Numérotation des publications

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

Editions consolidées

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

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

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

- Site web de la CEI (www.iec.ch)
- Catalogue des publications de la CEI

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

- IEC Just Published

Ce résumé des dernières publications parues (www.iec.ch/JP.htm) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.

- Service clients

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

Email: custserv@iec.ch
Tél: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

Publication numbering

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

Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Further information on IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology. Information relating to this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is also available from the following:

- IEC Web Site (www.iec.ch)
- Catalogue of IEC publications

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

- IEC Just Published

This summary of recently issued publications (www.iec.ch/JP.htm) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.

- Customer Service Centre

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

Email: custserv@iec.ch
Tel: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
60749**

Edition 2.2

2002-04

Edition 2:1996 consolidée par les amendements 1:2000 et 2:2001
Edition 2:1996 consolidated with amendments 1:2000 and 2:2001

**Dispositifs à semiconducteurs –
Essais mécaniques et climatiques**

**Semiconductor devices –
Mechanical and climatic test methods**

© IEC 2002 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembé Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	8
--------------------	---

CHAPITRE 1: GÉNÉRALITÉS

1	Domaine d'application et objet	10
2	Références normatives	10
3	Termes, définitions et symboles littéraux	12
4	Conditions atmosphériques normales	12
5	Examen visuel externe et vérification des dimensions	14
6	Mesures électriques	16

CHAPITRE 2: ESSAIS MÉCANIQUES

1	Robustesse des sorties	20
1.1	Traction	20
1.2	Pliage	20
1.3	Torsion	20
1.4	Couple	20
2	Soudure	22
2.1	Soudabilité	22
2.2	Résistance à la chaleur de soudage	24
2.3	Résistance des CMS à boîtier plastique à l'effet combiné de l'humidité et de la chaleur de soudage	24
	Appendice I (normatif) Méthode de contrôle par tomographie acoustique	40
	Appendice II (informatif) Précisions et descriptions de la méthode d'essai sur la résistance des CMS à boîtier plastique à l'effet combiné de l'humidité et de la chaleur de soudage	44
3	Vibrations (sinusoïdales)	64
4	Chocs	64
5	Accélération constante	64
6	Essai de robustesse des contacts soudés	66
6.1	Généralités	66
6.2	Méthodes A et B (voir également l'annexe A)	66
6.3	Méthode C	74
6.4	Méthode D	74
6.5	Méthodes E et F	76
6.6	Méthode G: Essai de cisaillement du point de soudure fil («wire ball»)	78
6.7	Renseignements que doit fournir la spécification particulière	94
7	Essai de résistance de la pastille au cisaillement	94
7.1	Objet	94
7.2	Description de l'appareillage d'essai	94
7.3	Mode opératoire	94
7.4	Critères de défaillance	96
7.5	Exigences	96
7.6	Renseignements à donner dans la spécification applicable	96

CONTENTS

FOREWORD.....	9
---------------	---

CHAPTER 1: GENERAL

1 Scope and object.....	11
2 Normative references.....	11
3 Terms, definitions and letter symbols	13
4 Standard atmospheric conditions	13
5 External visual examination and verification of dimensions	15
6 Electrical measurements.....	17

CHAPTER 2: MECHANICAL TEST METHODS

1 Robustness of terminations.....	21
1.1 Tensile	21
1.2 Bending	21
1.3 Torsion.....	21
1.4 Torque	21
2 Soldering	23
2.1 Solderability.....	23
2.2 Resistance to soldering heat.....	25
2.3 Resistance of plastic encapsulated SMDs to the combined effect of moisture and soldering heat.....	25
Appendix I (normative) Methods of inspection by acoustic tomography	41
Appendix II (informative) Details and descriptions of test method on resistance of plastic encapsulated SMDs to the combined effect of moisture and soldering heat	45
3 Vibration (sinusoidal).....	65
4 Shock.....	65
5 Acceleration, steady state.....	65
6 Bond strength test.....	67
6.1 General.....	67
6.2 Methods A and B (see also annex A)	67
6.3 Method C.....	75
6.4 Method D.....	75
6.5 Methods E and F	77
6.6 Method G: Wire ball shear test.....	79
6.7 Information to be given in the relevant specification	95
7 Die shear strength test.....	95
7.1 Object	95
7.2 Description of the test apparatus.....	95
7.3 Test method	95
7.4 Failure criteria	97
7.5 Requirements	97
7.6 Information to be given in the relevant specification	97

CHAPITRE 3: ESSAIS CLIMATIQUES

1	Variations de températures	100
1.1	Variations rapides de température: méthode des deux chambres	100
1.2	Variations rapides de température: méthode des deux bains	102
2	Stockage (à haute température)	102
3	Basse pression atmosphérique	102
4A	Essai continu de chaleur humide	104
4B	Essai continu, accéléré, de chaleur humide	104
4C	Essai continu, fortement accéléré, de chaleur humide	110
5	Étanchéité	114
5.1	Définitions générales	114
5.2	Essai de pression à la bombe	116
5.3	Détection des microfuites: méthode au krypton radioactif	116
5.4	Détection des microfuites: méthode d'essai au gaz traceur (hélium) au moyen d'un spectrographe de masse	122
5.5	Fuites franches, méthode de détection électronique des vapeurs de perfluorocarbène	126
5.6	Fuites franches – Méthode de détection de bulles de perfluorocarbène	130
5.7	Condition d'essai E, détection des fuites franches par augmentation de poids	130
5.8	Détection des fuites franches par pénétration de colorant	134
5.9	Vérification de l'essai de fuites franches	134
6	Brouillard salin	136
7	Essai d'intermittence thermique	136
8	Mesure de la teneur en humidité interne par spectrométrie de masse	138
8.1	Objet	138
8.2	Description générale	138
8.3	Matériel d'essai	140
8.4	Préconditionnement	140
8.5	Epreuve	140
8.6	Exigences	140
8.7	Renseignements à donner dans la spécification particulière	142
8.8	Guide	142

CHAPITRE 4: ESSAIS DIVERS

1	Essais d'inflammabilité des dispositifs à encapsulation plastique	144
1.1	Inflammabilité (cas d'une cause interne d'inflammation)	144
1.2	Inflammabilité (cas d'une cause extérieure d'inflammation)	144
2	Tenue du marquage	144

Annexe A (normative)	Guide	148
----------------------	-------------	-----

Figure 1	– Méthode de mesure du profil de température d'un composant	26
----------	---	----

Figure 2	– Chauffage par brasage à la vague	34
----------	--	----

Figure II.1	– Processus de diffusion de l'humidité à 85 °C, 85 % HR	46
-------------	---	----

Figure II.2	– Définition de l'épaisseur de la résine et de la première interface	46
-------------	--	----

Figure II.3	– Temps d'absorption d'humidité jusqu'à saturation à 85 °C en fonction de l'épaisseur de la résine	48
-------------	--	----

CHAPTER 3: CLIMATIC TEST METHODS

1	Change of temperature	101
1.1	Rapid change of temperature: two-chamber method	101
1.2	Rapid change of temperature: two-fluid-bath method	103
2	Storage (at high temperature)	103
3	Low air pressure	103
4A	Damp heat, steady state	105
4B	Damp heat, steady state, accelerated	105
4C	Damp heat, steady state, highly accelerated	111
5	Sealing	115
5.1	General terms	115
5.2	Bomb pressure test	117
5.3	Fine leak detection: radioactive krypton method	117
5.4	Fine leak detection: tracer gas (helium) method with mass spectrometer	123
5.5	Gross leaks, perfluorocarbon vapour method using electronic detection apparatus	127
5.6	Gross leak – Perfluorocarbon – bubble detection method	131
5.7	Test condition E, weight-gain gross-leak detection	131
5.8	Penetrant dye gross leak detection	135
5.9	Gross leak re-test	135
6	Salt mist	137
7	Thermal intermittence test	137
8	Internal moisture content measurement by mass spectrometry method	139
8.1	Object	139
8.2	General description	139
8.3	Test apparatus	141
8.4	Preconditioning	141
8.5	Conditioning	141
8.6	Requirements	141
8.7	Information to be given in the relevant specification	143
8.8	Guidance	143

CHAPTER 4: MISCELLANEOUS TEST METHODS

1	Flammability tests of plastic-encapsulated devices	145
1.1	Flammability (internally induced)	145
1.2	Flammability (externally induced)	145
2	Permanence of marking	145

Annex A (normative)	Guidance	149
---------------------	----------------	-----

Figure 1	– Method of measuring the temperature profile of a specimen	27
----------	---	----

Figure 2	– Heating by wave-soldering	35
----------	-----------------------------------	----

Figure II.1	– Process of moisture diffusion at 85 °C, 85 % RH	47
-------------	---	----

Figure II.2	– Definition of resin thickness and the first interface	47
-------------	---	----

Figure II.3	– Moisture soak time to saturation at 85 °C as a function of resin thickness	49
-------------	--	----

Figure II.4 – Teneur en humidité à saturation de la résine en fonction de la température	48
Figure II.5 – Variation de la teneur en humidité de la résine à la première interface en fonction de l'épaisseur de la résine dans des conditions variées d'absorption d'humidité	50
Figure II.6 – Variation de la teneur en humidité de la résine à la première interface, en fonction de l'épaisseur de la résine liée à la méthode A d'absorption d'humidité	52
Figure II.7 – Variation de la teneur en humidité de la résine à la première interface, en fonction de l'épaisseur de la résine liée à la méthode B d'absorption d'humidité	54
Figure II.8 – Variation de la teneur en humidité de la résine à la première interface en fonction de l'épaisseur de la résine liée à la condition B1 de la méthode B d'absorption d'humidité	54
Figure II.9 – Profil de température du brasage par fusion par convection infrarouge et par convection (condition I-A)	58
Figure II.10 – Profil de température du brasage par fusion par convection infrarouge et par convection (condition I-B)	58
Figure II.11 – Profil de température du brasage en phase vapeur (condition II-A)	60
Figure II.12 – Méthode d'immersion dans un bain de soudure	60
Figure II.13 – Relation entre le brasage par fusion par convection infrarouge et le brasage à la vague	62
Figure II.14 – Température dans le corps du CMS durant le brasage à la vague	62
Figure 3 – Limites minimales de traction des contacts soudés (normales à la pastille)	72
Figure 4 – Codes de cisaillement du point	84
Figure 5 – Limites minimales acceptables pour les valeurs individuelles et moyennes de cisaillement du point	90
Figure 6 – Distribution de la charge sur un bord de pastille (vue de dessus)	98
Figure 7 – Alignement de l'outil avec la pastille (vue de dessous)	98
Figure 8 – Choix du bord de la pastille pour la mise en contact avec l'outil (vue de côté)	98
Figure 9 – Circuit à détection parallèle	138
Figure A.1	150
Tableau 1 – Conditions d'absorption d'humidité pour CMS sous emballage avec dessicant (méthode A)	28
Tableau 2 – Conditions d'absorption d'humidité pour CMS sous emballage avec dessicant (méthode B)	30
Tableau 3 – Conditions d'absorption d'humidité pour CMS sous emballage sans dessicant	30
Tableau 4 – Condition de chauffage du brasage par fusion par convection infrarouge et par convection	32
Tableau 5 – Condition de chauffage du brasage en phase vapeur	34
Tableau 6 – Conditions d'immersion pour brasage à la vague	36
Tableau II.1 – Comparaison entre les conditions réelles de stockage et les conditions d'absorption d'humidité équivalentes avant la chaleur de soudage	48
Tableau 7	64
Tableau 8	70
Tableau 9 – Limites minimales acceptables pour les valeurs individuelles et moyennes de cisaillement du point, applicables au point d'or («gold ball bond») sur métallisation en alliage A1/A1	92
Tableau 10	106
Tableau 11	110
Tableau 12	124
Tableau 13	128
Tableau 14 – Prescriptions concernant les caractéristiques physiques des fluides de perfluorocarbène	132
Tableau 15	136

Figure II.4 – Temperature dependence of saturated moisture content of resin	49
Figure II.5 – Dependence of moisture content of resin at the first interface on resin thickness under various soak conditions	51
Figure II.6 – Dependence of moisture content of resin at the first interface on resin thickness related to method A of moisture soak	53
Figure II.7 – Dependence of the moisture content of resin at the first interface on resin thickness related to method B of moisture soak	55
Figure II.8 – Dependence of moisture content of resin at the first interface on resin thickness related to condition B1 of method B of moisture soak	55
Figure II.9 – Temperature profile of infrared convection and convection reflow soldering (condition I-A)	59
Figure II.10 – Temperature profile of infrared convection and convection reflow soldering (condition I-B)	59
Figure II.11 – Temperature profile of vapour-phase soldering (condition II-A)	61
Figure II.12 – Immersion method into solder bath	61
Figure II.13 – Relation between the infrared convection reflow soldering and wave-soldering	63
Figure II.14 – Temperature in the body of the SMD during wave-soldering	63
Figure 3 – Minimum bond pull limits (normal to die)	73
Figure 4 – Bond shear codes	85
Figure 5 – Minimum acceptable individual and average ball bond shear values	91
Figure 6 – Compliant interface on contact tool (plane view)	99
Figure 7 – Alignment of tool with die (plane view)	99
Figure 8 – Choice of die edge for application of contact tool (elevation)	99
Figure 9 – Parallel detection circuit	139
Figure A.1	151
Table 1 – Moisture soak conditions for dry-packed SMDs (method A)	29
Table 2 – Moisture soak conditions for dry-packed SMDs (method B)	31
Table 3 – Moisture soak conditions for non-dry-packed SMDs	31
Table 4 – Heating condition for infra-red convection reflow and convection reflow soldering	33
Table 5 – Heating condition for vapour-phase soldering	35
Table 6 – Immersion conditions for wave-soldering	37
Table II.1 – Comparison of actual storage conditions and equivalent moisture soak conditions before soldering heat	49
Table 7	65
Table 8	71
Table 9 – Minimum acceptable individual and average ball bond shear values for gold 4ball bond on A1/A1 alloy metallization	93
Table 10	107
Table 11	111
Table 12	125
Table 13	129
Table 14 – Physical property requirements of perfluorocarbon fluids	133
Table 15	137

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS –
Essais mécaniques et climatiques**

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, spécifications techniques, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60749 a été établie par le comité d'études 47 de la CEI: Dispositifs à semiconducteurs.

La présente version consolidée de la CEI 60749 est issue de la deuxième édition (1996) [documents 47/1394/FDIS et 47/1402/RVD], de son amendement 1 (2000) [documents 47/1477/FDIS et 47/1518/RVD] et de son amendement 2 (2001) [documents 47/1574/FDIS et 47/1576/RVD].

Elle porte le numéro d'édition 2.2.

Une ligne verticale dans la marge indique où la publication de base a été modifiée par les amendements 1 et 2.

L'annexe A fait partie intégrante de cette norme.

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de ses amendements ne sera pas modifié avant 2010. A cette date, la publication sera

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**SEMICONDUCTOR DEVICES –
Mechanical and climatic test methods**

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical specifications, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60749 has been prepared by IEC technical committee 47: Semiconductor devices.

This consolidated version of IEC 60749 is based on the second edition (1996) [documents 47/1394/FDIS and 47/1402/RVD], its amendment 1 (2000) [documents 47/1477/FDIS and 47/1518/RVD] and its amendment 2 (2001) [documents 47/1574/FDIS and 47/1576/RVD].

It bears the edition number 2.2.

A vertical line in the margin shows where the base publication has been modified by amendments 1 and 2.

Annex A forms an integral part of this standard.

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendments will remain unchanged until 2010. At this date, the publication will be

- reconfirmed;
- withdrawn;
- replaced by a revised edition, or
- amended.

DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS – Essais mécaniques et climatiques

CHAPITRE 1: GÉNÉRALITÉS

1 Domaine d'application et objet

La présente Norme internationale 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 CEI 60068.

L'objet de la présente norme est d'établir 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.

2 Références normatives

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

CEI 60068-1:1988, *Essais d'environnement – Partie 1: Généralités et guide*

CEI 60068-2-3:1985, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai Ca: Essai continu de chaleur humide*

CEI 60068-2-6:1995, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai Fc: Vibrations (sinusoïdales)*

CEI 60068-2-7:1983, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai Ga et guide: Accélération constante*

CEI 60068-2-11:1981, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai Ka: Brouillard salin*

CEI 60068-2-13:1983, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai M: Basse pression atmosphérique*

CEI 60068-2-14:1984, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai N: Variations de température*

SEMICONDUCTOR DEVICES – Mechanical and climatic test methods

CHAPTER 1: GENERAL

1 Scope and object

This International 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 60068.

The object of this standard is 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.

2 Normative references

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

IEC 60068-1:1988, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*

IEC 60068-2-3:1985, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Ca: Damp heat, steady state*

IEC 60068-2-6:1995, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Fc and guidance: Vibration (sinusoidal)*

IEC 60068-2-7:1983, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Ga and guidance: Acceleration, steady state*

IEC 60068-2-11:1981, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Ka: Salt mist*

IEC 60068-2-13:1983, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test M: Low air pressure*

IEC 60068-2-14:1984, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test N: Change of temperature*

CEI 60068-2-17:1994, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai Q: Etanchéité*

CEI 60068-2-20:1979, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai T: Soudure*

CEI 60068-2-21:1983, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai U: Robustesse des sorties et des dispositifs de fixation*

CEI 60068-2-45:1980, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai XA et guide: Immersion dans les solvants de nettoyage*

CEI 60068-2-47:1982, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – 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*

CEI 60068-2-48:1982, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Guide sur l'utilisation des essais de la Publication 68 de la CEI pour simuler les effets du stockage*

CEI 60653:1979, *Considérations générales sur le nettoyage aux ultrasons*

CEI 60695-2-2:1991, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 2: Méthodes d'essai – Section 2: Essai au brûleur-aiguille*

CEI 60747-1:1983, *Dispositifs à semiconducteurs – Dispositifs discrets et circuits intégrés – Première partie: Généralités*

CEI 60748-1:1984, *Dispositifs à semiconducteurs – Circuits intégrés – Première partie: Généralités*

3 Termes, définitions et symboles littéraux

Se référer à la CEI 60068, à la CEI 60747 et à la CEI 60748.

4 Conditions atmosphériques normales

Référence: CEI 60068-1.

Sauf spécification contraire, toutes les épreuves et les reprises doivent être effectuées dans les conditions atmosphériques normales d'essai, comme elles sont définies en 5.3 de la CEI 60068-1:

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).

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

température:	(25 ± 5) °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 ± 1) °C
humidité relative:	comprise entre 48 % et 52 %;
pression atmosphérique:	comprise entre 86 kPa et 106 kPa (860 mbar et 1060 mbar).

IEC 60068-2-17:1994, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Q: Sealing*

IEC 60068-2-20:1979, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test T: Soldering*

IEC 60068-2-21:1983, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test U: Robustness of terminations and integral mounting devices*

IEC 60068-2-45:1980, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test XA and guidance: Immersion in cleaning solvents*

IEC 60068-2-47:1982, *Environmental testing – Part 2: Tests – 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*

IEC 60068-2-48:1982, *Environmental testing – Part 2: Tests – Guidance on the application of the tests of IEC Publication 68 to simulate the effects of storage*

IEC 60653:1979, *General considerations on ultrasonic cleaning*

IEC 60695-2-2:1991, *Fire hazard testing – Part 2: Test methods – Section 2: Needle-flame test*

IEC 60747-1:1983, *Semiconductor devices – Discrete devices and integrated circuits – Part 1: General*

IEC 60748-1:1984, *Semiconductor devices. Integrated circuits – Part 1: General*

3 Terms, definitions and letter symbols

Reference is made to IEC 60068, IEC 60747 and IEC 60748.

4 Standard atmospheric conditions

Reference: IEC 60068-1.

Unless otherwise specified, all tests and recoveries shall be carried out under standard atmospheric conditions for testing, as defined in IEC 60068-1, subclause 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).

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

temperature: $(25 \pm 5) ^\circ\text{C}$;
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: $(25 \pm 1) ^\circ\text{C}$;
relative humidity: 48 % to 52 %;
air pressure: 86 kPa to 106 kPa (860 mbar to 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 externe et vérification des dimensions

5.1 Examen visuel externe

5.1.1 But

Vérifier que l'aspect physique des matériaux, la conception, la construction, les marquages et l'exécution du dispositif sont conformes à la spécification particulière applicable.

5.1.2 Domaine d'application

Cet essai est destiné à l'inspection de sortie du fabricant ou à l'inspection d'entrée de l'utilisateur. Lorsque c'est nécessaire, il faut spécifier les exigences supplémentaires relatives aux systèmes optiques des dispositifs optoélectroniques.

5.1.3 Définition

Eclat: vide dans la matière d'encapsulation dû à une cassure non intentionnelle.

5.1.4 Matériel d'essai

Le matériel utilisé pour cet essai doit être capable de démontrer la conformité du dispositif aux exigences applicables, ce qui peut inclure un équipement optique avec un grossissement compris entre 3× et 10× et un champ relativement grand et accessible tel qu'une loupe circulaire à éclairage.

5.1.5 Méthode d'essai

Examiner le dispositif sous un grossissement compris entre 3× et 10× (sauf indication contraire) et avec un champ suffisamment grand pour contenir tout le dispositif, conformément aux exigences de la spécification applicable et aux critères définis en 5.1.6. Lorsque l'adhérence de matériaux étrangers est concernée, les dispositifs peuvent être soumis (par aspiration ou soufflage) à un jet d'air propre filtré (ionisé s'il s'agit de dispositifs sensibles aux décharges électrostatiques) de vitesse inférieure à 27 m/s, puis réinspectés.

5.1.6 Critères de défauts

Un dispositif est considéré comme défectueux s'il présente un des défauts suivants:

5.1.6.1 Conception du dispositif, identification des sorties, marquages (contenu, emplacement et lisibilité), matériaux, construction et exécution non conformes à la spécification applicable.

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 External visual examination and verification of dimensions

5.1 External visual examination

5.1.1 Purpose

To verify that the physical appearance of the materials, design, construction, markings and workmanship of the device are in accordance with the applicable detail specification.

5.1.2 Scope

This test is intended for the outgoing inspection from the device manufacturer's facility or as an incoming user inspection. Additional requirements for the optical systems of optoelectronic devices need to be specified where applicable.

5.1.3 Definition

Chip out: a void in the package material caused by an unintentional breakage.

5.1.4 Test apparatus

Apparatus used in this test shall be capable of demonstrating device conformance to the applicable requirements, which may include optical equipment capable of magnification between 3× and 10× and a relatively large and accessible field of view such as an illuminated ring magnifier.

5.1.5 Test method

The device shall be examined under a magnification of between 3× and 10× (unless otherwise specified) with a field of view sufficiently large to contain the entire device in accordance with the requirements of the applicable specification and the criteria listed in 5.1.6. Where adherence of foreign material is in question, devices may be subjected to a clean filtered air (ionized if devices are electrostatic sensitive) stream (suction or expulsion) of 27 m/s maximum, and reinspected.

5.1.6 Defect criteria

Devices shall be considered defective if they exhibit any of the following:

5.1.6.1 Device design, termination identification, markings (content, placement, and legibility), materials, construction, and workmanship not in accordance with the applicable specification.

5.1.6.2 Défauts ou dégradation résultant de la fabrication, des manipulations ou de l'essai, et notamment:

- a) Boîtier cassé, vides ou fêlures dans le boîtier. Des fêlures, rayures, ouvertures, bulles et autres défauts sur la surface du boîtier ne sont pas des causes de rejet sauf s'ils affectent les performances du dispositif ou d'autres critères décrits ici tels que le marquage, la finition, etc.
- b) Tout éclat dont une dimension dépasse 1,5 mm dans n'importe quelle direction en surface ou dont la profondeur est supérieure à 0,2 mm, sauf spécification contraire, par exemple pour les très petits boîtiers.
- c) Tout éclat qui rend visible soit le verre de scellement (non visible auparavant), soit tout matériau interne, tel que grille de connexion ou couche conductrice, qui, par conception, n'est pas destiné à être exposé.

5.1.6.3 Marque visible de corrosion, contamination ou fêlure, connexions cassées, scellements fêlés (sauf les ménisques de verre), placage défectueux (décollement, écaillage ou boursouffure) ou endommagé. Une décoloration du revêtement n'est pas une cause de rejet sauf s'il y a évidence d'écaillage, de trous ou de corrosion. Si les boîtiers sont de très petite taille, la spécification applicable peut requérir des exigences plus strictes.

5.1.6.4 Connexions qui ne sont pas intactes ou alignées dans leur emplacement normal, ou exemptes de courbures brusques ou non spécifiées, ou (dans le cas des connexions plates) exemptes de torsion en dehors du plan normal des connexions.

5.1.6.5 Connexions qui ne sont pas exemptes de matériaux étrangers tels que peinture ou autres dépôts adhérents.

5.1.7 Renseignements à donner dans la spécification applicable

Les points suivants doivent être spécifiés dans le document applicable:

- a) Exigences de marquage ainsi que l'identification de la connexion ou de la broche (voir 5.1.6.1).
- b) Exigences visuelles détaillées spécifiées sur les dessins.
- c) Dimensions des éclats, si elles diffèrent des dimensions données en 5.1.6.2 b).

5.2 Vérification des dimensions

On doit vérifier les dimensions indiquées dans la spécification particulière.

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 de la CEI 60747 ou de la CEI 60748; 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 de la CEI 60747 ou de la CEI 60748.

5.1.6.2 Defects or damage resulting from manufacturing, handling, or testing, including the following:

- a) Broken packages, voids or cracks in the packages. Cracks, scratches, openings, bubbles and other defects on the surface shall not be cause for failure unless they affect the performance of the package or violate other criteria stated herein, such as markings, finish, etc.
- b) Any chip out dimension that exceeds 1,5 mm in any direction on the surface or has a depth which exceeds 0,2 mm, unless otherwise specified, for example for very small packages.
- c) Any chip out that exposes either sealing glass (not exposed prior to the chip out) or any internal material such as lead frame or conductive layer, that is not intended to be exposed by design.

5.1.6.3 Visible evidence of corrosion, contamination or breakage, broken leads, cracked seals (except glass meniscus), defective (peeling, flaking, or blistering) or damaged plating. Discoloration of the finish shall not be cause for failure unless there is evidence of flaking, pitting, or corrosion. In the case of very small packages, more stringent requirements may be called for in the relevant specification.

5.1.6.4 Leads that are not intact, or aligned in their normal location, or free of sharp or unspecified lead bends, or (for ribbon leads) free of twist outside the normal lead plane.

5.1.6.5 Leads that are not free of foreign material such as paint or other adherent deposits.

5.1.7 Information to be given in the relevant specification

The following details shall be specified in the applicable document:

- a) Requirements for marking and the lead or pin identification (see 5.1.6.1).
- b) Detailed visual requirements specified in drawings.
- c) Chip out dimensions if other than those specified in 5.1.6.2 b).

5.2 Verification of dimensions

Dimensions given in the relevant specification shall be verified.

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 60747 or IEC 60748; 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 60747 or IEC 60748.

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.

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 2: 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: CEI 60068-2-21.

1.1 Traction

Cet essai est conforme à l'essai Ua_1 , avec les exigences spécifiques suivantes:

En 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 cours du dispositif.

1.2 Pliage

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

En 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 Uc , 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 Ud , 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 l'essai, s'il y a lieu.

CHAPTER 2: 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 60068-2-21.

1.1 Tensile

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

In 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 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 examining 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 Ud₂)

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 $30^\circ \pm 10^\circ$, 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 $1,4 \times 10^{-2} \pm 1,4 \times 10^{-3}$ N·m est appliqué à la sortie à une distance de $3,0 \pm 0,5$ 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 $3,0 \pm 0,5$ 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× à 10×. 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: CEI 60068-2-20

2.1 Soudabilité

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

– Vieillessement:

Lorsque la spécification particulière exige un vieillissement accéléré, le «vieillessement 1b» est préférable. Le vieillissement 3 peut être utilisé. Il ne faut pas utiliser les vieillissements 1a et 2.

– Retrait de mouillage (selon 4.9 de l'essai Ta):

Cet essai ne doit pas être considéré comme obligatoire sauf si la spécification particulière l'exige.

– 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.

1.4.2 Torque test for leads – New test (called Ud₂)

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 $30^\circ \pm 10^\circ$ or the specified torque is achieved, whichever condition occurs first.

The termination is then returned to its original position. A torque of $1,4 \times 10^{-2} \pm 1,4 \times 10^{-3}$ N·m shall be applied to the termination at a distance of $3,0 \pm 0,5$ 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 $3,0 \pm 0,5$ 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 60068-2-20

2.1 Solderability

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

- Ageing:
Where accelerated ageing is required by the relevant specification, “ageing 1b” is preferred. Ageing 3 may be used. Ageing 1a and 2 shall not be used.
- Dewetting: (as per 4.9 of Test Ta):
This test shall not be considered mandatory except when it is required in the relevant specification.
- 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.

- 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 $3,5 \pm 0,5$ 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 ± 1 mm du corps du composant. Le fil doit être mouillé par la soudure en moins de 2,5 s.

Critère pour avoir un bon mouillage

Observée avec un grossissement de $10\times$, 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.

2.3 Résistance des CMS à boîtier plastique à l'effet combiné de l'humidité et de la chaleur de soudage

2.3.1 Objet

Ce paragraphe propose une méthode d'essai destinée à déterminer la résistance à la chaleur de soudage des composants à boîtier plastique pour montage en surface (CMS). Cet essai est destructif.

2.3.2 Description générale

Des craquelures dans le boîtier et des défaillances électriques des CMS à boîtier plastique peuvent apparaître lorsque la chaleur de soudage augmente la pression de vapeur de l'humidité absorbée dans le CMS lors du stockage. Ces problèmes sont évalués. La présente méthode d'essai consiste à évaluer la résistance à la chaleur des CMS après les avoir plongés dans un milieu simulant l'humidité absorbée lors du stockage en magasin ou dans un emballage avec dessiccant.

2.3.3 Appareillage d'essai et matériaux

a) Chambre d'humidité

La chambre d'humidité doit créer un environnement respectant la température et l'humidité relative définies au point c) de 2.3.4.

b) Appareillage de brasage par fusion

Les dispositifs de brasage par fusion par convection infrarouge, par convection et en phase vapeur doivent fournir des profils de températures conformes aux conditions de chaleur de soudage définies aux points d)1) et d)2) de 2.3.4. Les réglages du dispositif de brasage par fusion doivent être réalisés à l'aide des profils de températures de la surface supérieure du composant, mesurées conformément à la figure 1, pendant que le spécimen est soumis à la chaleur de soudage.

- 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 $3,5 \pm 0,5$ s.

- When Method 3 is selected:

Terminals are subjected to the solder globule method. The terminals are tested at a point 5 ± 1 mm from the body of the component. The wire shall be wetted with solder within 2,5 s.

Criteria for good wetting

When observed under $10\times$ 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.

2.3 Resistance of plastic encapsulated SMDs to the combined effect of moisture and soldering heat

2.3.1 Object

This subclause provides a test method for assessing the resistance to soldering heat of plastic encapsulated surface mount devices (SMDs). This test is destructive.

2.3.2 General description

Package cracking and electrical failure in plastic encapsulated SMDs can result when soldering heat raises the vapour pressure of moisture which has been absorbed into SMDs during storage. These problems are assessed. In this test method, SMDs are evaluated for heat resistance after being soaked in an environment which simulates moisture being absorbed while under storage in a warehouse or dry pack.

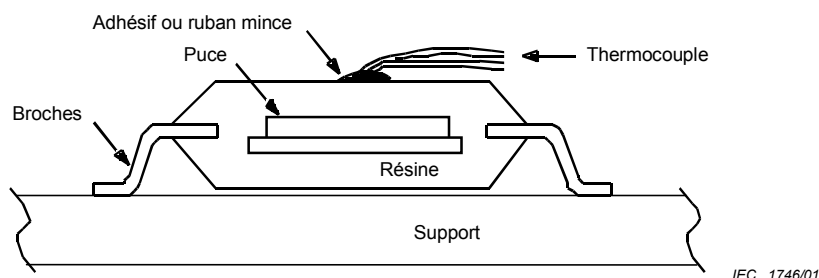
2.3.3 Test apparatus and materials

a) Humidity chamber

The humidity chamber shall provide an environment complying with the temperature and relative humidity defined in item c) of 2.3.4.

b) Reflow soldering apparatus

The infra-red convection, the convection and the vapour-phase reflow soldering apparatus shall provide temperature profiles complying with the conditions of soldering heat defined in items d)1) and d)2) of 2.3.4. The settings of the reflow soldering apparatus shall be adjusted by temperature profiling of the top surface of the specimen while it is undergoing the soldering heat process, measured as shown in figure 1.



NOTE Il convient que l'adhésif ou le ruban mince possède une bonne conductivité thermique.

Figure 1 – Méthode de mesure du profil de température d'un composant

c) Support

Sauf indication contraire dans la spécification applicable, on peut utiliser pour le support n'importe quel matériau de circuit tel que la fibre de verre époxy ou polyimide. Le composant doit être placé sur le support selon les méthodes habituelles et dans la position indiquée à la figure 1. Si la mise en place du composant, selon la figure 1, nécessite le changement de forme des conducteurs et entraîne des anomalies dans les mesures électriques ultérieures, il est possible de choisir une méthode évitant de changer la forme des conducteurs et cette possibilité doit être mentionnée dans la spécification applicable.

d) Appareils de brasage à la vague

Les appareils de brasage à la vague doivent être conformes aux conditions données au point d)3) de 2.3.4. Généralement, la soudure en fusion sera agitée de façon à constituer une vague.

e) Solvant pour brasage par fusion en phase vapeur

Le perfluorocarbène (de l'isobutène perfluoré) doit être utilisé.

f) Flux

Sauf précision contraire dans la spécification applicable, le flux doit comprendre en masse 25 % de colophane et 75 % d'alcool isopropylique, selon les spécifications de l'annexe C de la CEI 60068-2-20.

g) Matériau de soudage

Il est nécessaire d'utiliser un matériau de soudage dont la composition est spécifiée dans l'annexe B de la CEI 60068-2-20.

2.3.4 Procédure

a) Mesures initiales

1) Contrôle visuel

Le contrôle visuel, conformément à l'article 5 du chapitre 1, doit être réalisé avant l'essai. Il faut être particulièrement attentif aux fissures externes et aux gonflements, à rechercher sous un grossissement de 40×.

2) Mesure électrique

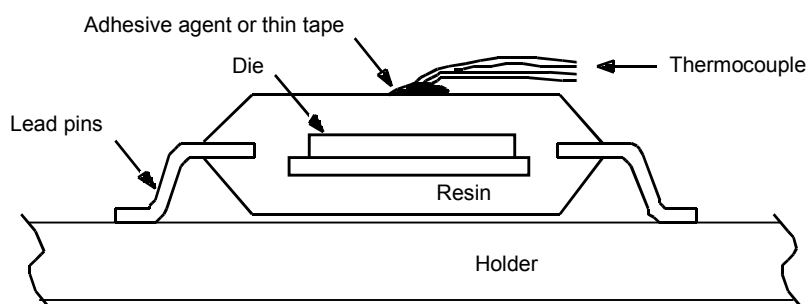
Les essais électriques doivent être réalisés selon les prescriptions de la spécification applicable.

3) Contrôle interne par tomographie acoustique

Sauf précision contraire dans la spécification applicable, les fissures et déstratifications internes du composant doivent être contrôlées par tomographie acoustique selon l'appendice I.

b) Séchage

Sauf précision contraire dans la spécification applicable, le composant doit être étuvé à $125\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ pendant au moins 24 h.



IEC 1746/01

NOTE The adhesive agent or thin tape should have good thermal conductivity.

Figure 1 – Method of measuring the temperature profile of a specimen

c) Holder

Unless otherwise detailed in the relevant specification, any board material, such as epoxy fibreglass or polyimide, may be used for the holder. The specimen shall be placed on the holder by the usual means and in a position as shown in figure 1. If the position of the specimen, as shown in figure 1, necessitates changing the shape of terminations and results in subsequent electrical measurement anomalies, a position that avoids changing the shape of terminations may be chosen, and this shall be specified in the relevant specification.

d) Wave-soldering apparatus

The wave-soldering apparatus shall comply with conditions given in item d)3) of 2.3.4. Molten solder shall usually be flowed.

e) Solvent for vapour-phase reflow soldering

Perfluorocarbon (perfluoroisobutylene) shall be used.

f) Flux

Unless otherwise detailed in the relevant specification, the flux shall consist of 25 % by weight of colophony in 75 % by weight of isopropyl alcohol, both as specified in appendix C of IEC 60068-2-20.

g) Solder

Solder of composition as specified in appendix B of IEC 60068-2-20 shall be used.

2.3.4 Procedure

a) Initial measurements

1) Visual inspection

Visual inspection, as specified in clause 5 of chapter 1, shall be performed before the test. Special attention shall be paid to external cracks and swelling, which will be looked for under a magnification of 40×.

2) Electrical measurement

Electrical testing shall be performed as required by the relevant specification.

3) Internal inspection by acoustic tomography

Unless otherwise detailed in the relevant specification, internal cracks and delamination in the specimen shall be inspected by acoustic tomography in accordance with appendix I.

b) Drying

Unless otherwise detailed in the relevant specification, the specimen shall be baked at 125 °C ± 5 °C for at least 24 h.

c) Absorption d'humidité

Sauf précision contraire dans la spécification applicable, les conditions d'absorption d'humidité doivent être sélectionnées selon la méthode d'emballage du composant (voir II.1.1 de l'appendice II). Si l'étuvage du composant avant le soudage est recommandé dans la spécification applicable, le composant doit être soumis à l'étuvage au lieu de l'absorption d'humidité.

1) Absorption d'humidité pour CMS sous emballage avec dessiccant

Pour les CMS sous emballage avec dessiccant, les conditions d'absorption d'humidité spécifiées dans la méthode A, tableau 1, ou la méthode B, tableau 2 peuvent être utilisées. Pour les CMS sous emballage avec dessiccant, le conditionnement pour absorption d'humidité comprend deux phases. La première phase est destinée à simuler l'absorption d'humidité du CMS avant l'ouverture de l'emballage avec dessiccant ou de l'armoire sèche. La seconde phase de conditionnement vise à simuler l'absorption d'humidité du CMS au cours du stockage après l'ouverture de l'emballage avec dessiccant en vue du soudage (environnement non protégé). Le conditionnement pour absorption d'humidité pour les CMS sous emballage avec dessiccant doit être sélectionné à partir de la méthode A ou B. La méthode A doit être utilisée lorsque l'humidité relative dans l'emballage avec dessiccant ou dans l'armoire sèche est spécifiée par le fabricant comme se situant entre 10 % et 30 %. La méthode B doit être utilisée lorsque l'humidité relative dans l'emballage avec dessiccant ou dans l'armoire sèche est spécifiée par le fabricant comme étant inférieure à 10 %.

i) Méthode A

Sauf précision contraire dans la spécification applicable, il est nécessaire d'exécuter la première phase de conditionnement A1 indiquée au tableau 1. Ultérieurement, il est nécessaire d'exécuter la seconde phase de conditionnement A2 indiquée au tableau 1, dans les quatre heures qui suivent après la fin de la première phase de conditionnement (voir II.1.2.2 de l'appendice II).

Tableau 1 – Conditions d'absorption d'humidité pour CMS sous emballage avec dessiccant (méthode A)

Conditions		Conditions d'absorption d'humidité	Conditions de stockage autorisées dans l'emballage avec dessiccant et dans l'armoire sèche	Conditions de stockage en environnement non protégé
Première phase de conditionnement	A1	$(85 \pm 2) ^\circ\text{C}$, $(30 \pm 5) \% \text{ HR}$, 168 $^{24}_{-0}$ h	$<30 ^\circ\text{C}$, 30 % HR, 1 an	–
Seconde phase de conditionnement	A2	$(30 \pm 2) ^\circ\text{C}$, $(70 \pm 5) \% \text{ HR}$, 168 $^{24}_{-0}$ h	–	$<30 ^\circ\text{C}$, 70 % HR, 168 h

HR: Humidité relative.

NOTE 1 La première phase de conditionnement représente les conditions de stockage dans l'emballage avec dessiccant et dans l'armoire sèche, ainsi que l'augmentation de l'humidité relative dans l'emballage avec dessiccant suite au ré-emballage des CMS chez le distributeur et lors du contrôle d'entrée de l'utilisateur. Lorsque la condition A1 est appliquée, les CMS doivent être emballés dans un sachet étanche à l'humidité avec des réglettes à circuits intégrés et des dessiccants dans les quelques semaines qui suivent le séchage. Ils peuvent alors être soumis à des ouvertures temporaires multiples du sachet étanche à l'humidité (pendant plusieurs heures chaque fois). Le ré-emballage et le contrôle des CMS sont possibles tant que l'indicateur d'humidité dans l'emballage avec dessiccant indique moins de 30 % d'humidité relative, étant donné que les CMS récupèrent l'état initial de l'humidité absorbée dans les quelques jours qui suivent le ré-emballage. Dans ce cas, la mesure du taux d'humidité des CMS (voir article II.2 de l'appendice II) n'est pas nécessaire en tant que contrôle d'humidité de l'emballage avec dessiccant. Une vérification de l'indicateur d'humidité est suffisante pour le contrôle d'humidité.

NOTE 2 Lorsque la première phase de conditionnement pour absorption d'humidité n'aboutit pas à une saturation, le temps d'absorption doit être étendu à 336 h, car les CMS dans un emballage avec dessiccant ou une armoire sèche deviennent saturés par l'humidité accumulée au cours d'un stockage de longue durée. Le temps d'absorption d'humidité est réduit lorsque la saturation est atteinte lors de la première phase de conditionnement.

c) Moisture soak

Unless otherwise detailed in the relevant specification, moisture soak conditions shall be selected on the basis of the packing method of the specimen (see II.1.1 of appendix II). If baking the specimen before soldering is detailed in the relevant specification, the specimen shall be baked instead of being subject to moisture soak.

1) Moisture soak for dry-packed SMDs

Moisture soak conditions for dry-packed SMDs may be used as specified in method A, table 1, or method B, table 2. Moisture soak conditioning for dry-packed SMDs consists of two stages. The first stage of conditioning is intended to simulate moisturizing SMDs before opening the dry pack/dry cabinet. The second stage of conditioning is to simulate moisturizing SMDs during storage after opening the dry pack for soldering (floor life). Moisture soak conditioning for dry-packed SMDs shall be selected from method A or B. Method A shall be used when the relative humidity in the dry pack or dry cabinet is specified by the manufacturer as being between 10 % and 30 %. Method B shall be used when the relative humidity in the dry pack or dry cabinet is specified by the manufacturer as being below 10 %.

i) Method A

Unless otherwise detailed in the relevant specification, the first stage of conditioning A1, as shown in table 1, shall be performed. Subsequently, the second stage of conditioning A2, as shown in table 1, shall be performed within 4 h of finishing the first stage of conditioning (see II.1.2.2 of appendix II).

Table 1 – Moisture soak conditions for dry-packed SMDs (method A)

Condition		Moisture soak conditions	Permissible storage conditions in the dry pack and the dry cabinet	Condition of floor life
First-stage conditioning	A1	$(85 \pm 2) ^\circ\text{C}$, $(30 \pm 5) \% \text{ RH}$, 168 ²⁴ ₀ h	$<30 ^\circ\text{C}$, 30 % RH, 1 year	–
Second-stage conditioning	A2	$(30 \pm 2) ^\circ\text{C}$, $(70 \pm 5) \% \text{ RH}$, 168 ²⁴ ₀ h	–	$<30 ^\circ\text{C}$, 70 % RH, 168 h
RH: Relative humidity				

NOTE 1 The first stage of conditioning represents storage conditions in the dry pack and the dry cabinet, as well as increasing relative humidity in the dry pack, by repacking the SMDs at the distributor's facility and the user's inspection facility. When condition A1 is applied, the SMDs must be packed into a moisture-proof bag with IC trays and desiccants within a few weeks of drying. They may then be subjected to multiple temporary openings of the moisture-proof bag (for several hours at a time). Repack and inspection of SMDs are possible while the humidity indicator in the dry pack indicates less than 30 % RH since SMDs will recover the initial condition of absorbed moisture within a few days of repacking. In this case, the moisture content measurement of SMDs (see clause II.2 of appendix II) is not needed as a moisture control of the dry pack. A check of the moisture indicator is sufficient for moisture control.

NOTE 2 When moisture soak of the first-stage conditioning does not result in saturation, the soak time is extended to 336 h, because SMDs in a dry pack or dry cabinet will become saturated with moisture during long-term storage. When moisture soak of the first stage of conditioning reaches saturation, the soak time is shortened.

ii) Méthode B

Le conditionnement pour absorption d'humidité doit être sélectionné dans le tableau 2 selon les conditions de stockage en environnement non protégé précisées dans la spécification applicable (voir II.1.2.3 de l'appendice II).

Tableau 2 – Conditions d'absorption d'humidité pour CMS sous emballage avec dessiccant (méthode B)

Conditions	Conditions d'absorption d'humidité	Conditions globales depuis l'étuvage jusqu'à l'emballage avec dessiccant et son ouverture temporaire	Conditions de stockage en environnement non protégé
B1	(30 ± 2) °C, (60 ± 5) % HR, 192 ⁺²⁴ ₋₀ h	<30 °C, 60 % HR, 24 h	<30 °C, 60 % HR, 168 h
B2	(30 ± 2) °C, (60 ± 5) % HR, 96 ⁺²⁴ ₋₀ h	<30 °C, 60 % HR, 24 h	<30 °C, 60 % HR, 72 h
B3	(30 ± 2) °C, (60 ± 5) % HR, 72 ⁺²⁴ ₋₀ h	<30 °C, 60 % HR, 24 h	<30 °C, 60 % HR, 48 h
B4	(30 ± 2) °C, (60 ± 5) % HR, 48 ⁺²⁴ ₋₀ h	<30 °C, 60 % HR, 24 h	<30 °C, 60 % HR, 24 h
B5	(30 ± 2) °C, (60 ± 5) % HR, 6 ⁺²⁴ ₋₀ h	–	<30 °C, 60 % HR, 6 h

HR: Humidité relative.

NOTE 3 Les conditions d'absorption d'humidité de B1 à B4 englobent les deux phases de conditionnement: la première phase (30 °C, 60 % HR, 24 h) et la deuxième phase en environnement non protégé.

NOTE 4 Il convient que le contenu de l'emballage avec dessiccant des CMS, réglettes à circuits intégrés et autres matériaux, soit totalement séché juste avant l'emballage dans le sachet étanche à l'humidité et que le dessiccant soit totalement sec. La raison est que les matériaux humides et les dessiccants dégradés dégagent de la vapeur d'eau, provoquant une humidité relative dans l'emballage supérieure à 10 %. Il convient que l'humidité relative dans l'emballage avec dessiccant soit vérifiée par l'indicateur d'humidité et la mesure de la teneur en humidité des CMS, comme l'indique l'article II.2 de l'appendice II.

NOTE 5 Le stockage des CMS dans une armoire sèche au lieu d'un emballage avec dessiccant n'est pas autorisé car on ne peut pas obtenir une humidité relative très faible dans une armoire sèche.

NOTE 6 Les conditions individuelles de la méthode B doivent englober l'ensemble des conditions de stockage depuis l'étuvage des CMS jusqu'à leur brasage. Il convient que ces conditions incluent la durée du stockage dans le local, depuis l'étuvage des CMS jusqu'à l'emballage avec dessiccant, l'ouverture temporaire de l'emballage et le stockage en environnement non protégé.

2) Conditions relatives aux CMS sous emballage sans dessiccant

La condition d'absorption d'humidité doit être sélectionnée dans le tableau 3, selon la limite autorisée pour le stockage réel (voir II.1.2.1 de l'appendice II).

Tableau 3 – Conditions d'absorption d'humidité pour CMS sous emballage sans dessiccant

Conditions	Température °C	Humidité relative %	Durée h	Limite autorisée pour le stockage réel
C	85 ± 2	85 ± 5	168 ± 24	<30 °C, 85 % HR
D	85 ± 2	60 ± 5	168 ± 24	<30 °C, 60 % HR

HR: Humidité relative.

ii) Method B

The condition of moisture soak conditioning shall be selected from table 2 in accordance with the condition of the floor life detailed in the relevant specification (see II.1.2.3 of appendix II).

Table 2 – Moisture soak conditions for dry-packed SMDs (method B)

Condition	Moisture soak conditions	Total conditions from baking to dry packing and temporary opening of the dry pack	Condition of floor life
B1	(30 ± 2) °C, (60 ± 5) % RH, 192 ⁺²⁴ ₋₀ h	<30 °C, 60 % RH, 24 h	<30 °C, 60 % RH, 168 h
B2	(30 ± 2) °C, (60 ± 5) % RH, 96 ⁺²⁴ ₋₀ h	<30 °C, 60 % RH, 24 h	<30 °C, 60 % RH, 72 h
B3	(30 ± 2) °C, (60 ± 5) % RH, 72 ⁺²⁴ ₋₀ h	<30 °C, 60 % RH, 24 h	<30 °C, 60 % RH, 48 h
B4	(30 ± 2) °C, (60 ± 5) % RH, 48 ⁺²⁴ ₋₀ h	<30 °C, 60 % RH, 24 h	<30 °C, 60 % RH, 24 h
B5	(30 ± 2) °C, (60 ± 5) % RH, 6 ⁺²⁴ ₋₀ h	-	<30 °C, 60 % RH, 6 h
RH: Relative humidity.			

NOTE 3 Moisture soak conditions from B1 to B4 consist of the first-stage conditioning (30 °C, 60 % RH, 24 h) and the second-stage conditioning (floor life).

NOTE 4 Contents in the dry pack of SMDs, IC trays and other materials, should be fully dried just before packing into the moisture-proof bag and the desiccant must be completely dry. This is because moist materials and degraded desiccants give off water vapour, causing the relative humidity in the dry pack to exceed 10 %. The relative humidity in the dry pack should be verified by the humidity indicator and the moisture content measurement of the SMDs, as shown in clause II.2 of appendix II.

NOTE 5 Storage of SMDs in a dry cabinet instead of a dry pack is not permitted because very low relative humidity cannot be obtained in a dry cabinet.

NOTE 6 The individual conditions of method B shall cover total storage condition from baking the SMDs to soldering them, and this should include the duration time of room storage from baking the SMDs to packing them into the dry pack, temporary opening of the dry pack and the floor life.

2) Conditions for non-dry-packed SMDs

The moisture soak condition shall be selected from table 3, in accordance with the permissible limit of actual storage (see II.1.2.1 of appendix II).

Table 3 – Moisture soak conditions for non-dry-packed SMDs

Condition	Temperature °C	Relative humidity %	Duration time h	Permissible limit on actual storage
C	85 ± 2	85 ± 5	168 ± 24	<30 °C, 85 % RH
D	85 ± 2	60 ± 5	168 ± 24	<30 °C, 60 % RH
RH: Relative humidity.				

d) Chaleur de soudage

Sauf indication contraire dans la spécification applicable, le composant doit être soumis à la chaleur de soudage dans les quatre heures qui suivent la fin de l'absorption d'humidité ou de l'étuvage. La méthode et les conditions relatives à la chaleur de soudage doivent être sélectionnées aux points d)1) à d)3) du présent paragraphe selon la spécification applicable. Quelle que soit la méthode d'essai employée, le nombre de cycles pour la chaleur de soudage doit être compris entre un et trois. Sauf précision contraire dans la spécification applicable, on appliquera un cycle de chaleur de soudage. Si on sélectionne plus d'un cycle, le composant doit être refroidi jusqu'à une température inférieure à 50 °C avant chacun des autres cycles.

NOTE 7 La spécification appropriée peut stipuler un temps de stockage supérieur à 4 h après la fin de l'absorption d'humidité ou de l'étuvage, si l'absorption d'humidité et le séchage qui interviennent pendant un stockage en salle de plus de 4 h n'affectent pas le composant.

1) Méthode de chauffage par brasage par fusion par convection infrarouge ou par convection

i) Préparation

Le composant doit être placé sur le support.

ii) Préchauffage

Sauf indication contraire dans la spécification applicable, le composant doit être préchauffé à une température comprise entre 100 °C et 160 °C pendant 1 min à 2 min dans l'appareillage de brasage par fusion.

iii) Chauffage à la soudure

Après le préchauffage, la température doit être augmentée jusqu'à la température de crête et ensuite être diminuée pour atteindre la température ambiante. Les conditions de chauffage doivent être sélectionnées dans le tableau 4 selon la spécification applicable.

NOTE 8 Si les CMS sont épais et de grande taille, il convient que la condition I-B soit sélectionnée, étant donné que la température des CMS épais et de grande taille, à grande capacité de chaleur, n'atteint pas 220 °C au cours du brasage par fusion réel (voir II.3.1 de l'appendice II).

NOTE 9 A la suite du préchauffage, il convient que la température du composant suive les valeurs indiquées à la figure II.9 ou II.10 de l'appendice II concernant les profils de températures.

Tableau 4 – Condition de chauffage du brasage par fusion par convection infrarouge et par convection

Conditions	Temps s	Gamme de températures de crête °C
I-A	10 ± 1	235 à 240
I-B	10 ± 1	220 à 225

2) Méthode de chauffage par brasage par fusion en phase vapeur

i) Préparation

Le composant doit être placé sur le support.

ii) Préchauffage

Sauf indication contraire dans la spécification applicable, le composant doit être préchauffé à une température comprise entre 100 °C et 160 °C pendant 1 min à 2 min dans l'appareil de brasage en phase vapeur.

iii) Chauffage de la soudure

La température du composant doit être augmentée après le préchauffage. Lorsque la température du composant a atteint 215 °C ± 5 °C, elle doit être maintenue pendant 40 s ± 4 s, comme indiqué au tableau 5 (se référer à II.3.2 de l'appendice II).

d) Soldering heat

Unless otherwise detailed in the relevant specification, the specimen shall be subjected to soldering heat within 4 h of finishing the moisture soak or baking. The method and condition of soldering heat shall be selected from items d)1) to d)3) of this subclause according to the relevant specification. Whichever method is chosen, the soldering heat cycles shall be a minimum of one and a maximum of three. Unless otherwise detailed in the relevant specification, one cycle of soldering heat shall be used. If more than one cycle is selected, the specimen shall be cooled down to below 50 °C before the second, and subsequent, soldering heat.

NOTE 7 If the specimen is not affected by moisture soak and drying, which takes place during room storage of over 4 h, a storage time exceeding 4 h following the completion of moisture soak or the baking may be detailed in the relevant specification.

1) Method of heating by infra-red convection or convection reflow soldering

i) Preparation

The specimen shall be put on the holder.

ii) Preheating

Unless otherwise specified in the relevant specification, the specimen shall be preheated at a temperature from 100 °C to 160 °C for 1 min to 2 min in the reflow soldering apparatus.

iii) Solder heating

Following preheating, the temperature of the specimen shall be raised to peak temperature and then lowered to room temperature. The heating condition shall be selected from table 4 in accordance with the relevant specification.

NOTE 8 If the SMDs are thick and large, condition I-B should be selected, since the temperature of thick and large SMDs having a large heat capacitance will not reach 220 °C during actual reflow soldering (see II.3.1 of appendix II).

NOTE 9 Following preheating, the temperature of the specimen should follow the values as indicated in the profile given in figure II.9 or figure II.10 of appendix II.

Table 4 – Heating condition for infra-red convection reflow and convection reflow soldering

Condition	Time s	Range of peak temperature °C
I-A	10 ± 1	235 to 240
I-B	10 ± 1	220 to 225

2) Method of heating by vapour-phase reflow soldering

i) Preparation

The specimen shall be put on the holder.

ii) Preheating

Unless otherwise specified in the relevant specification, the specimen shall be preheated at a temperature from 100 °C to 160 °C for 1 min to 2 min in the vapour-phase soldering apparatus.

iii) Solder heating

The temperature of the specimen shall be raised after preheating. When the temperature of the specimen has reached 215 °C ± 5 °C, it shall be maintained for 40 s ± 4 s as shown in table 5 (refer to II.3.2 of appendix II).

Tableau 5 – Condition de chauffage du brasage en phase vapeur

Condition	Température °C	Temps s
II-A	215 ± 5	40 ± 4

3) Méthode de chauffage par brasage à la vague

i) Préparation

La surface inférieure du composant doit être fixée au support par un adhésif défini dans la spécification applicable. Sauf précision contraire dans la spécification applicable, on ne doit pas appliquer de flux au composant ni au support.

NOTE 10 Si du flux est appliqué, la vaporisation de solvant dans le flux pourrait affecter l'augmentation de la température du composant. De ce fait, il convient que le flux ne soit pas appliqué au corps du composant et soit appliqué uniquement aux broches aussi modérément que possible.

NOTE 11 Lorsque les CMS ont une élévation (hauteur entre le bas du corps du CMS et le bas de la broche) inférieure à 0,5 mm (sauf les CMS avec dissipateur à résistance thermique plus faible et dont l'épaisseur du corps dépasse 2,0 mm), il convient de les soumettre à l'essai correspondant à la chaleur de soudage de la condition I-A. Les CMS dont l'épaisseur du corps dépasse 3,0 mm sont soumis aux essais correspondant à la chaleur de soudage de la condition I-B. Il convient d'omettre le brasage à la vague des conditions III-A et III-B car les conditions I-A et I-B sont plus sévères que les conditions III-A et III-B pour ces CMS (se référer à II.3.3 de l'appendice II).

ii) Préchauffage

Sauf précision contraire dans la spécification applicable, le composant doit être préchauffé à une température comprise entre 80 °C à 140 °C pendant 30 s à 60 s dans l'appareil de brasage.

iii) Chauffage de la soudure

A la suite du préchauffage, le composant et le support doivent être immergés dans la soudure fondue en mouvement comme indiqué à la figure 2. Les conditions d'immersion doivent être sélectionnées dans le tableau 6.

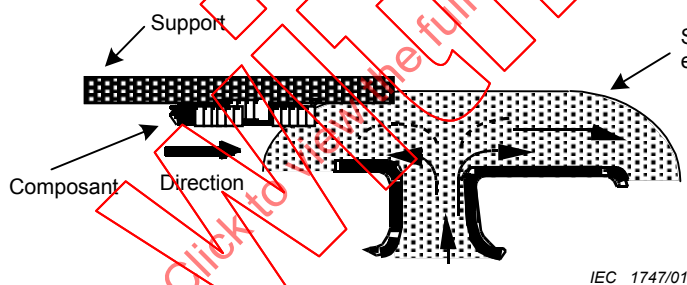


Figure 2a – Début de l'immersion

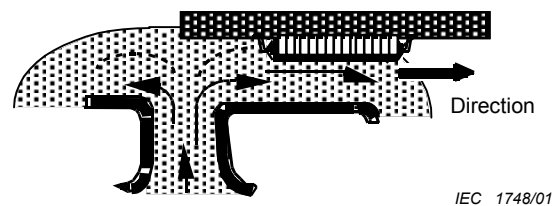


Figure 2b – Fin de l'immersion

Figure 2 – Chauffage par brasage à la vague

Table 5 – Heating condition for vapour-phase soldering

Condition	Temperature °C	Time s
II-A	215 ± 5	40 ± 4

3) Method of heating by wave-soldering

i) Preparation

The bottom surface of the specimen shall be fixed to the holder by an adhesive agent specified in the relevant specification. Unless otherwise detailed in the relevant specification, flux shall not be applied to the specimen and holder.

NOTE 10 If flux is applied, vaporization of solvent in the flux could affect the temperature rise of the specimen. Flux should not, therefore, be applied to the body of the specimen and should only be applied to lead pins as sparingly as possible.

NOTE 11 Where SMDs have a stand-off (height between the bottom of the SMD body and the bottom of the lead pin) of less than 0,5 mm (except lower thermal resistance SMDs with a heat sink and whose body thickness exceeds 2,0 mm), they should be tested by soldering heat of condition I-A. SMDs whose body thickness exceeds 3,0 mm are tested by soldering heat by condition I-B. Wave-soldering of conditions III-A and III-B should be omitted because conditions I-A and I-B are more severe than conditions III-A and III-B for these SMDs (refer to II.3.3 of appendix II).

ii) Preheating

Unless otherwise detailed in the relevant specification, the specimen shall be preheated at a temperature of 80 °C to 140 °C for 30 s to 60 s in the soldering apparatus.

iii) Solder heating

Following preheating, the specimen and the holder shall be immersed into flowing molten solder, as shown in figure 2. The immersion condition shall be selected from table 6.

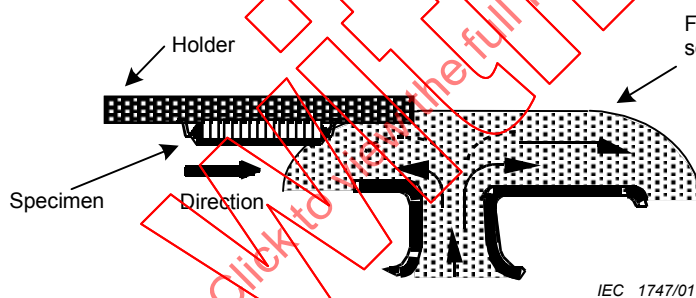
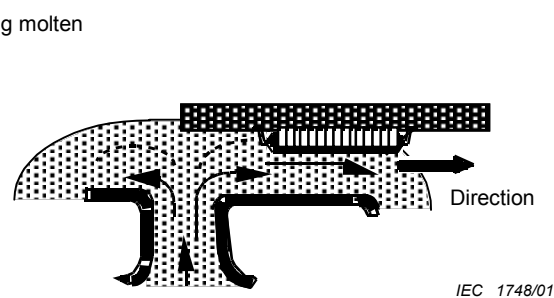
**Figure 2a – Start of immersion****Figure 2b – End of immersion****Figure 2 – Heating by wave-soldering**

Tableau 6 – Conditions d'immersion pour brasage à la vague

Conditions	Température de soudure °C	Temps d'immersion s	Méthode réelle de brasage
III-A	260 ± 5	5 ± 1	Simple vague
III-B	260 ± 5	10 ± 1	Double vague

iv) Nettoyage

Si le flux est appliqué, il devra être retiré selon une méthode de nettoyage précisée dans la spécification applicable.

e) Reprise

Si la reprise est précisée dans la spécification applicable, le composant doit être stocké dans des conditions atmosphériques normalisées pendant la durée indiquée dans la spécification.

NOTE 12 Le fabricant de semiconducteurs ne dispose généralement pas d'équipements pour brasage à la vague. Lorsque le fabricant n'a pas accès à de tels équipements, il convient de spécifier la méthode uniquement après accord entre le fabricant et le client.

f) Mesures finales

1) Le contrôle visuel spécifié à l'article 5 du chapitre 1 doit être effectué après l'essai. Il faut prêter une attention particulière aux craquelures externes et aux gonflements à détecter sous un grossissement de 40×.

2) Mesure électrique

Les mesures électriques doivent être effectuées selon les prescriptions de la spécification applicable.

3) Contrôle interne par tomographie acoustique

Sauf indication contraire dans la spécification applicable, les craquelures internes et les déstratifications dans le composant doivent être contrôlées par tomographie acoustique selon l'appendice I.

Table 6 – Immersion conditions for wave-soldering

Condition	Temperature of solder °C	Immersing time s	Actual soldering method
III-A	260 ± 5	5 ± 1	Single-wave
III-B	260 ± 5	10 ± 1	Double-wave

iv) Cleaning

If the flux is applied, it shall be removed by a cleaning method detailed in the relevant specification.

e) Recovery

If recovery is detailed in the relevant specification, the specimen shall be stored under standard atmospheric conditions for the time given in the specification.

NOTE 12 Wave-soldering is not commonly available to the semiconductor manufacturer. Where the manufacturer does not have access to such equipment, the method should be specified only by agreement between the manufacturer and the customer.

f) Final measurements

- 1) Visual inspection, as specified in clause 5 of chapter 1, shall be performed after the test. Special attention shall be paid to external cracks and swelling which will be looked for under a magnification of 40×.

- 2) Electrical measurement

Electrical testing shall be performed as required by the relevant specification.

- 3) Internal inspection by acoustic tomography

Unless otherwise specified in the relevant specification, internal cracks and delamination in the specimen shall be inspected by acoustic tomography in accordance with appendix I.

2.3.5 Informations à inclure dans la spécification applicable

	Paragraphe
	2.3.3
a) Matériau du support	point c)
b) Position du composant sur le support	point c)
c) Composition du flux	point f)
d) Nombre de composants d'essai	2.3.4
e) Paramètre et critères de défaillance pour la mesure initiale	point a)
f) Pré-conditionnement	point b)
g) Méthode d'absorption d'humidité	point c)
h) Conditions de séchage	point b)
i) Conditions d'étuvage remplaçant l'absorption d'humidité	point c)
j) Méthode d'absorption d'humidité pour les CMS sous emballage avec dessicant	point c)1)
k) Temps entre les phases d'absorption d'humidité	point c)1)i)
l) Conditions des épreuves de première phase et de seconde phase et nécessité éventuelle d'une autre condition	point c)1)i)
m) Temps de conditionnement de la première phase si le temps d'absorption de 168 h est insuffisant	point c)1)i)
n) Conditions d'absorption d'humidité pour les CMS stockés dans un emballage parfaitement exempt d'humidité	point c)1)ii)
o) Conditions d'absorption d'humidité pour les CMS sous emballage sans dessicant	point c)2)
p) Temps entre la fin d'absorption d'humidité et la chaleur de soudage	point d)
q) Méthode et condition de la chaleur de soudage	point d)
r) Nombre de cycles de chaleur de soudage	point d)
s) Conditions de préchauffage pour brasage par fusion par convection infrarouge et par convection	point d)1)
t) Conditions de chauffage pour brasage par fusion par convection infrarouge et par convection	point d)1)
u) Conditions de préchauffage pour brasage en phase vapeur	point d)2)
v) Méthode de fixation au support (type d'adhésif)	point d)3)
w) Conditions de préchauffage pour brasage à la vague	point d)3)
x) Méthode de nettoyage pour le flux	point d)3)
y) Temps de reprise	point e)
z) Paramètre et critères de défaillance pour les mesures finales	point f)

2.3.5 Information to be given in the relevant specification

	Subclause
	2.3.3
a) Material of holder	item c)
b) Position of specimen on the holder	item c)
c) Composition of flux	item f)
d) Number of test specimens	2.3.4
e) Item and failure criteria for initial measurement	item a)
f) Preconditioning	item b)
g) Method of moisture soak	item c)
h) Conditions of drying	item b)
i) Baking conditions instead of the moisture soak	item c)
j) Method of moisture soak for dry packed SMDs	item c)1)
k) Period between the stages of moisture soak conditioning	item c)1)i)
l) Conditions of first-stage and second-stage conditioning and whether another condition is needed	item c)1)i)
m) Soak time of the first-stage conditioning if 168 h of soak time is insufficient	item c)1)i)
n) Moisture soak conditions for SMDs stored in completely dried dry pack	item c)1)ii)
o) Moisture soak conditions for non-dry-packed SMDs	item c)2)
p) Period between finish of moisture soak and soldering heat	item d)
q) Method and condition of soldering heat	item d)
r) Number of cycles of soldering heat	item d)
s) Preheat conditions for infra-red convection and convection reflow soldering	item d)1)
t) Heating conditions for infra-red convection and convection reflow soldering	item d)1)
u) Preheat conditions for vapour-phase reflow soldering	item d)2)
v) Adhesion method	item d)3)
w) Preheat conditions for wave-soldering	item d)3)
x) Cleaning method for flux	item d)3)
y) Recovery conditions	item e)
z) Item and failure criteria for final measurement	item f)

Appendice I (normatif)

Méthode de contrôle par tomographie acoustique

I.1 Objet

Le contrôle par tomographie acoustique est prescrit en 2.3.4 afin de contrôler l'intégrité interne initiale du composant et les dégradations de l'intégrité interne à la suite de l'application de la chaleur de soudage.

I.2 Equipement

Dispositif de tomographie acoustique capable de fonctionner en mode Balayage-C (image plane) dans une plage de fréquences comprises entre 10 MHz et 75 MHz avec une précision de 0,5 mm² ou plus en surface d'image plane.

I.3 Procédure de contrôle

I.3.1 Sélectionner la fréquence ultrasonique utilisable, la plus élevée, sous réserve des limitations imposées par les épaisseurs et les caractéristiques acoustiques de l'équipement utilisé, la configuration du composant et les possibilités du transducteur, pour examiner les interfaces à contrôler (affaiblissement du signal avec la profondeur).

I.3.2 Réaliser la calibration du transducteur et son optimisation selon la procédure recommandée par le fabricant.

I.3.3 Eteuver tous les composants que l'on soupçonne ou que l'on sait avoir absorbé de l'eau au travers des craquelures externes, pendant le temps et à la température nécessaires pour éliminer toute humidité.

I.3.4 Placer les composants dans l'appareil de tomographie acoustique. Sauf indication contraire dans la spécification applicable, les côtés, les faces supérieure et inférieure du composant doivent être contrôlés.

I.3.5 Sauf précision contraire dans la spécification applicable, la concentration du faisceau ultrasonore doit être ajustée sur les premières interfaces (par exemple la surface de la puce pour le contrôle du côté supérieur et la surface inférieure de l'embase pour le contrôle du côté inférieur). Si des dégradations de l'intégrité éloignées des premières interfaces sont détectées, la concentration du faisceau doit être changée en conséquence.

I.3.6 Optimiser la réponse signal/bruit du système acoustique et des composants en cours d'évaluation.

I.3.7 Effectuer le contrôle pour tous les composants spécifiés en 2.3.4.

Appendix I (normative)

Methods of inspection by acoustic tomography

I.1 Object

Inspection by acoustic tomography is required by 2.3.4 in order to inspect the specimen's initial internal integrity and internal integrity anomalies subsequent to solder heating.

I.2 Equipment

An acoustic tomography unit capable of operating in the C-Scan (plane image) mode within the 10 MHz to 75 MHz frequency range with an accuracy of 0,5 mm² or more in the area of plane image.

I.3 Procedure of inspection

I.3.1 Select the highest usable ultrasonic frequency, subject to the limitations imposed by the media thicknesses and acoustic characteristics, specimen configuration and transducer availability, to address the interfaces to be inspected (attenuation of the signal with depth).

I.3.2 Complete transducer calibration and optimization in accordance with the manufacturer's recommended procedure.

I.3.3 Bake all specimens suspected or known to have absorbed water through external cracks for the period and temperature required to remove all moisture.

I.3.4 Place the specimens in the acoustic tomography apparatus. Unless otherwise detailed in the relevant specification, the sides, top and bottom of the specimen shall be inspected.

I.3.5 Unless otherwise detailed in the relevant specification, the focus of the ultrasonic beam shall be adjusted to the first interfaces (for example the surface of the die for the top-side inspection and the bottom surface of the die pad for the bottom-side inspection). If any integrity anomalies remote from the first interfaces are detected, the focus shall be changed accordingly.

I.3.6 Optimize the signal-to-noise response of the acoustic system and units under evaluation.

I.3.7 Complete inspection for all specimens specified in 2.3.4.

I.4 Critères de défaillance

I.4.1 Sauf précision contraire dans la spécification applicable, les dégradations de l'intégrité interne suivantes doivent être considérées comme inacceptables.

- a) La déstratification de toute zone sur la surface supérieure de la puce.
- b) Des craquelures internes de résine qui croisent un fil de connexion, une soudure en boule ou une soudure en coin.
- c) Des craquelures internes de résine qui s'étendent à toute partie interne (par exemple de l'embase au doigt de connexion).
- d) Des craquelures internes de résine qui s'étendent sur plus des deux tiers de la distance entre une partie interne et l'extérieur du composant. Ces dégradations supplémentaires de l'intégrité interne ne seront pas acceptées si la surface et l'emplacement de la déstratification ou de la fissure sont précisés dans la spécification applicable.
- e) Une large déstratification de toute partie interne qui croise un fil de connexion, une soudure à boule ou une soudure en coin.
- f) Une large déstratification ou une large craquelure interne qui dégrade une spécification électrique ou thermique.

NOTE 1 Si l'on suspecte des fissures internes de résine du type b), c), d) et f) ci-dessus (sur la base de la tomographie acoustique), il est nécessaire d'effectuer des coupes avec polissage des surfaces pour vérifier les emplacements suspectés.

NOTE 2 Les dégradations de l'intégrité interne décrites dans ce paragraphe sont spécifiées afin d'éviter des défaillances telles que fissures externes, défaillances électriques et thermiques dans la population de composants. D'autres dégradations de l'intégrité susceptibles de générer des défaillances de fiabilité seront vérifiées par d'autres essais de fiabilité, mentionnés en I.4.2.

I.4.2 Sauf précision contraire dans la spécification applicable, des dégradations de l'intégrité interne autres que celles de a), b), c), d), e) et f) précisées en I.4.1 peuvent être retenues comme critères de rejet.

NOTE Certaines dégradations de l'intégrité interne décrites dans ce paragraphe peuvent nécessiter une évaluation par d'autres essais de fiabilité tels que l'essai climatique du chapitre 3.

I.5 Informations à inclure dans la spécification applicable

	Paragraphe
a) Côté à contrôler s'il diffère de la spécification	I.3.4
b) Concentration du faisceau ultrasonore si elle diffère de la spécification	I.3.5
c) Surface et emplacement de la déstratification	point e) de I.4.1
d) Surface et emplacement de la déstratification ou de la fissure	point f) de I.4.1
e) Dégradations supplémentaires de l'intégrité interne à considérer comme inacceptables	I.4.2

I.4 Failure criteria

I.4.1 Unless otherwise detailed in the relevant specification, the following internal integrity anomalies shall be unacceptable.

- a) Delamination of any area on the top surface of the die.
- b) Internal resin cracking that intersects a bond wire, ball bond, or wedge bond.
- c) Internal resin cracking extended to any internal feature (for example, from die pad to lead finger).
- d) Internal resin cracking extending more than two-thirds of the distance from any internal feature to the outside of the specimen. These additional internal integrity anomalies shall be unacceptable if the area and location of the delamination or crack are specified in the relevant specification.
- e) Wide delamination of any internal feature that intersects a bond wire, ball bond, or wedge bond.
- f) Wide delamination or wide internal crack that degrades an electrical or thermal specification.

NOTE 1 If internal resin cracks of b), c), d) and f) above are suspected (based on acoustic tomography), polished cross-sections must be made to verify the suspected sites.

NOTE 2 Internal integrity anomalies in this subclause are specified in order to avoid failures such as external cracks, electrical and thermal failures in the population of the specimens. Other integrity anomalies that may generate reliability failures must be checked by other reliability tests as stated in I.4.2.

I.4.2 Unless otherwise detailed in the relevant specification, internal integrity anomalies other than a), b), c), d), e) and f) detailed in I.4.1 may be listed as grounds for rejection.

NOTE Some internal integrity anomalies in this subclause may need to be assessed by alternative reliability tests such as the climatic test of chapter 3.

I.5 Information to be given in the relevant specification

	Subclause
a) Side to be inspected if different from specification	I.3.4
b) Focus of ultrasonic beam if different from specification	I.3.5
c) Area and location of delamination	item e) of I.4.1
d) Area and location of delamination or crack	item f) of I.4.1
e) Additional internal integrity anomalies to be judged as unacceptable	I.4.2

Appendice II (informatif)

Précisions et descriptions de la méthode d'essai sur la résistance des CMS à boîtier plastique à l'effet combiné de l'humidité et de la chaleur de soudage

II.1 Description de l'absorption d'humidité

II.1.1 Directives concernant l'absorption d'humidité

Les méthodes A et B d'absorption d'humidité du point c) de 2.3.4 sont destinées à être utilisées pour les CMS sous emballage avec dessiccant, tandis que les conditions C et D du tableau 3 sont destinées à être utilisées avec des CMS sous emballage sans dessiccant qui ont été stockés dans des conditions ambiantes.

Lorsque les craquelures du boîtier sont engendrées par la chaleur de soudage après l'absorption d'humidité de la condition C ou D, il est recommandé de mettre les dispositifs sous emballage avec dessiccant ou de les stocker dans une atmosphère sèche.

Si les craquelures sont générées par la chaleur de soudage après l'absorption d'humidité de la méthode A et de la méthode B, il est recommandé d'étuver les CMS avant de les souder sur les cartes imprimées.

II.1.2 Considérations à la base des conditions d'absorption d'humidité

II.1.2.1 Description générale de l'absorption d'humidité

La présence d'humidité dans les CMS est due à la diffusion de vapeur d'eau dans la résine. Il est nécessaire de procéder à l'examen de la teneur en humidité de la résine, car les craquelures du boîtier au cours du soudage se produisent au voisinage de l'embase ou de la puce. La figure II.1 présente des exemples de caractéristiques pour l'absorption d'humidité à 85 °C et 85 % d'humidité relative. Lorsque l'épaisseur de la résine, de la surface inférieure du boîtier jusqu'à l'embase, est de 1 mm, la figure II.1 indique qu'il faut plus de 168 h pour obtenir la saturation.

Les caractéristiques d'absorption d'humidité, telles que celles de la résine A de la figure II.3, présentent une vitesse d'absorption lente qui est néanmoins considérée comme significative. La figure II.1 et les figures II.4 à II.8 représentent les caractéristiques d'absorption de la résine A.

La saturation est nécessaire dans les essais de chaleur de soudage afin de simuler un stockage longue durée, d'un an par exemple, qui a lieu lorsque les CMS sont sous emballage avec dessiccant ou placés en entrepôt. La vitesse de diffusion de la vapeur d'eau dans la résine dépend uniquement de la température. Si l'on considère l'épaisseur de la résine définie à la figure II.2, le temps mis par l'humidité pour arriver à saturation à 85 °C dépend de l'épaisseur de la résine, comme l'illustre la figure II.3. Il semblerait que, pour un CMS normal dont l'épaisseur de la résine est comprise entre 0,5 mm et 1,0 mm, un temps d'absorption d'humidité de 168 h soit nécessaire.

Appendix II (informative)

Details and descriptions of test method on resistance of plastic encapsulated SMDs to the combined effect of moisture and soldering heat

II.1 Description of moisture soak

II.1.1 Guidance for moisture soak

Method A and method B of moisture soak of item c) of 2.3.4 are intended to be used for dry-packed SMDs, whereas conditions C and D in table 3 are intended for use with non-dry-packed SMDs which have been stored under room conditions.

Where package cracking is generated by soldering heat after the moisture soak of condition C or D, it is recommended that devices be dry-packed or stored in a dry atmosphere.

If the cracking is generated by solder heating after the moisture soak of method A and method B, it is recommended that SMDs are pre-baked before being soldered on to the PCBs.

II.1.2 Considerations on which the condition of moisture soak is based

II.1.2.1 General description of moisture soak

The presence of moisture in SMDs is caused by diffusion of water vapour into the resin. The moisture content of the resin needs to be examined, since package cracking during soldering emanates from near the die pad or the die. Examples of characteristics for moisture soak at 85 °C, 85 % relative humidity, are shown in figure II.1. In the case where the resin thickness from the bottom surface of the package to the die pad is 1 mm, figure II.1 indicates that over 168 h are needed for saturation to take place.

Moisture soak characteristics, such as that of resin A in figure II.3, show a slow moisture soak speed which is nevertheless considered significant. Figure II.1 and figures II.4 to II.8 represent moisture soak characteristics of resin A.

Saturation is needed for soldering heat tests in order to simulate long-time storage of, for example, one year which occurs when SMDs are dry-packed or warehoused. The diffusion speed of water vapour into resin depends only on temperature. Given the resin thickness as defined in figure II.2, saturating moisture time at 85 °C depends on the resin thickness as shown in figure II.3. It would appear that, for a normal SMD whose resin thickness is from 0,5 mm to 1,0 mm, 168 h of moisture soak time are required.

La teneur en humidité de la résine à saturation dépend de la température et de l'humidité relative, comme l'illustre la figure II.4. L'humidité relative nécessaire pour l'absorption d'humidité peut être déterminée à partir de la figure II.4 (de façon, par exemple, à faire correspondre la teneur en humidité à 85 °C avec la teneur en humidité à 30 °C, la température de stockage réelle). Les conditions de l'absorption d'humidité pour les essais de chaleur de soudage dérivent de la figure II.4, comme l'indique le tableau II.1.

La figure II.5 illustre la teneur en humidité de la résine à la première interface (surface supérieure de la puce ou surface inférieure de l'embase) dans les conditions d'absorption d'humidité et les conditions réelles de stockage.

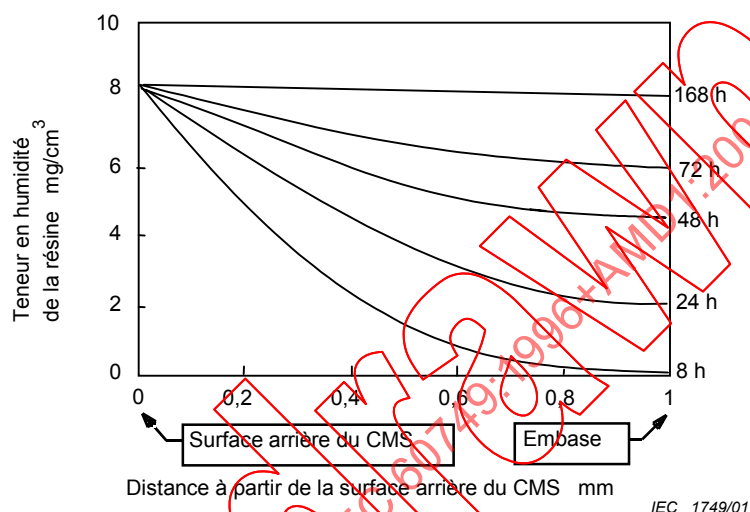
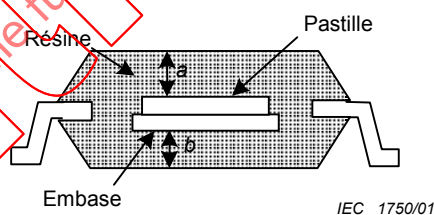


Figure II.1 – Processus de diffusion de l'humidité à 85 °C, 85 % HR



NOTE «a» ou «b»: la plus grande des deux épaisseurs est définie comme l'épaisseur de la résine; la surface supérieure de la puce ou la surface inférieure de l'embase est définie comme la première interface.

Figure II.2 – Définition de l'épaisseur de la résine et de la première interface

The saturated moisture content of resin depends on temperature and relative humidity as shown in figure II.4. The relative humidity required for moisture soak can be determined from figure II.4 (for example, so that the content of moisture at 85 °C can be made to correspond with the content of moisture at 30 °C, the actual storage temperature). Conditions of moisture soak for soldering heat tests are derived from figure II.4 as shown in table II.1.

Figure II.5 shows the moisture content in resin at the first interface (top surface of die or bottom surface of die pad) under conditions of moisture soak and real storage conditions.

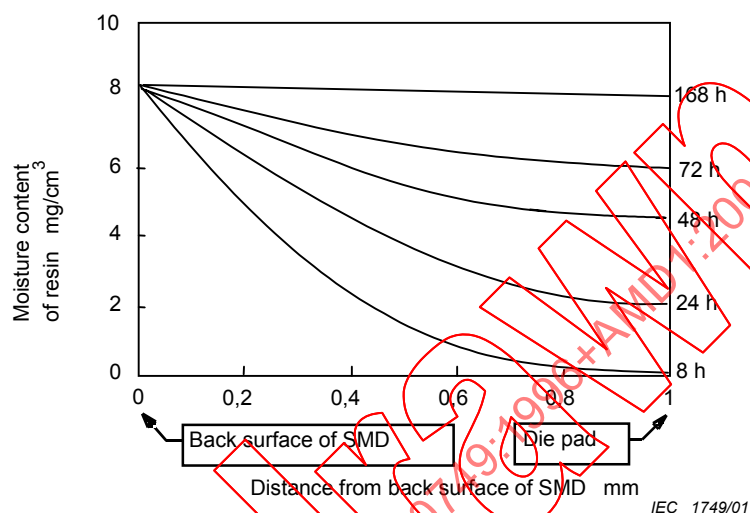
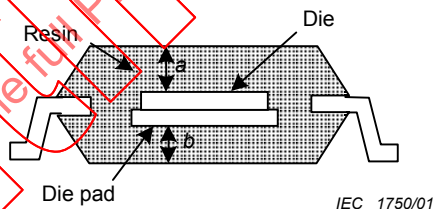


Figure II.1 – Process of moisture diffusion at 85 °C, 85 % RH



NOTE "a" or "b": the thicker of the two is defined as the resin thickness and the top surface of the die or the bottom surface of the die pad is defined as the first interface.

Figure II.2 – Definition of resin thickness and the first interface

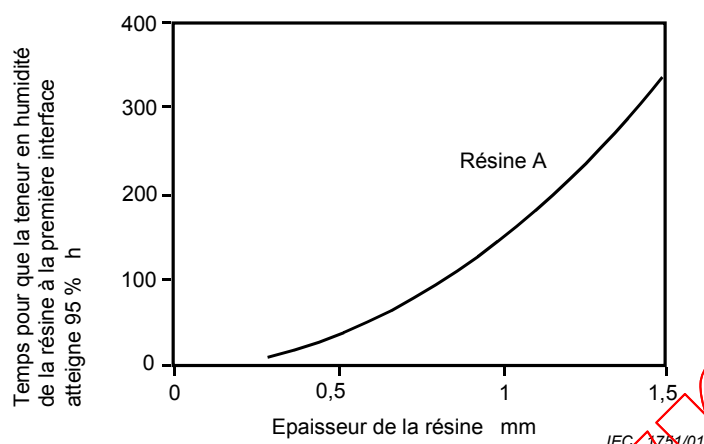


Figure II.3 – Temps d'absorption d'humidité jusqu'à saturation à 85 °C en fonction de l'épaisseur de la résine

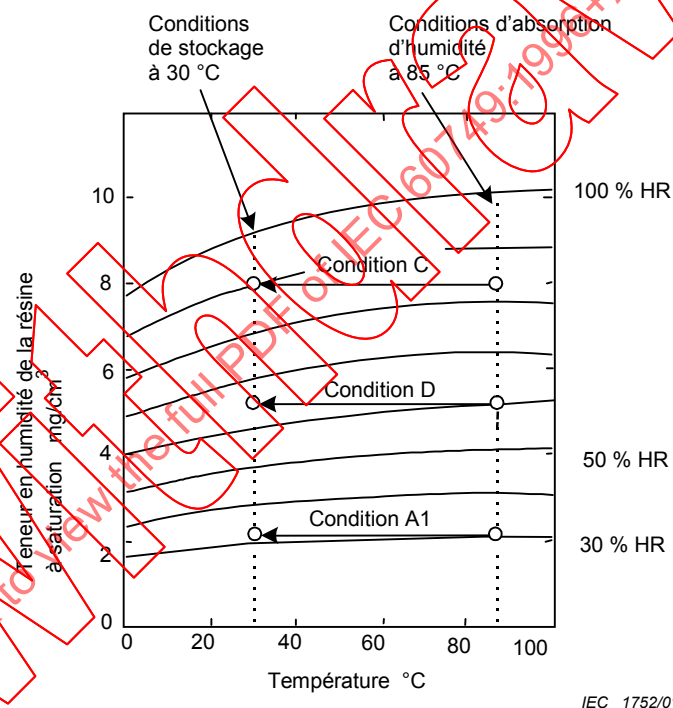


Figure II.4 – Teneur en humidité à saturation de la résine en fonction de la température

Tableau II.1 – Comparaison entre les conditions réelles de stockage et les conditions d'absorption d'humidité équivalentes avant la chaleur de soudage

Conditions	Conditions réelles de stockage	Humidité relative pour l'absorption d'humidité à 85 °C %
A1	30 °C max., 30 % HR max.	30 ± 5
C	30 °C max., 85 % HR max.	85 ± 5
D	30 °C max., 60 % HR max.	60 ± 5

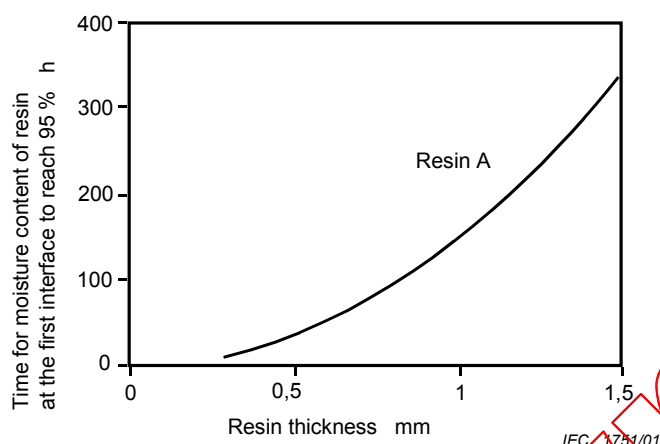


Figure II.3 – Moisture soak time to saturation at 85 °C as a function of resin thickness

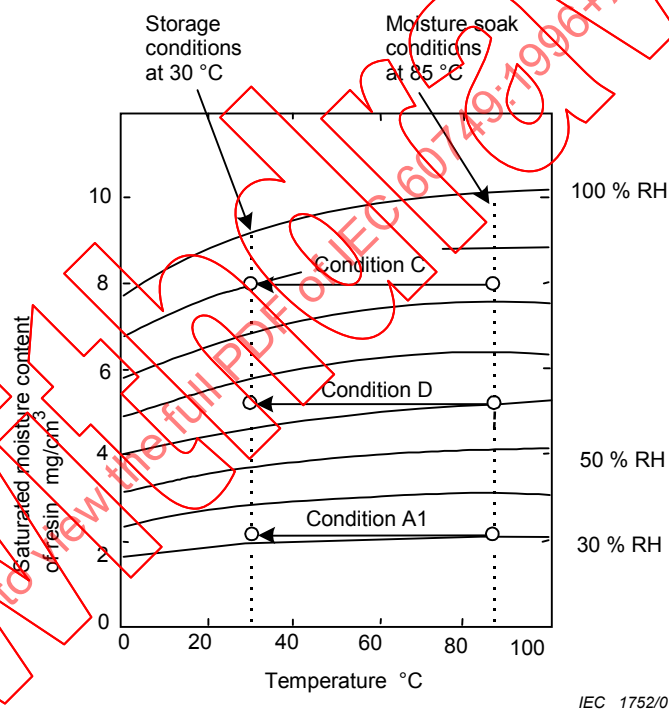


Figure II.4 – Temperature dependence of saturated moisture content of resin

Table II.1 – Comparison of actual storage conditions and equivalent moisture soak conditions before soldering heat

Condition	Actual conditions of storage	Relative humidity for moisture soak at 85 °C %
A1	30 °C max., 30 % RH max.	30 ± 5
C	30 °C max., 85 % RH max.	85 ± 5
D	30 °C max., 60 % RH max.	60 ± 5

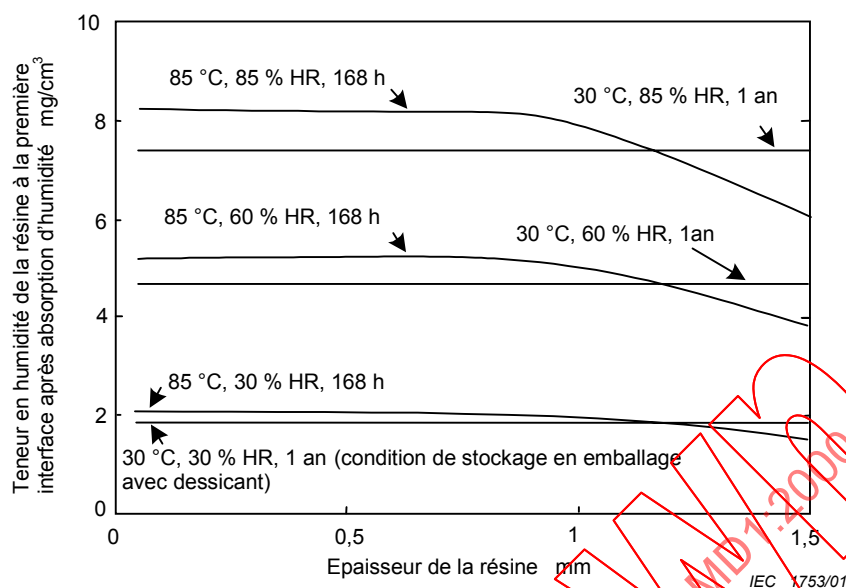


Figure II.5 – Variation de la teneur en humidité de la résine à la première interface en fonction de l'épaisseur de la résine dans des conditions variées d'absorption d'humidité

II.1.2.2 Conditionnement pour absorption d'humidité – Méthode A

La méthode A d'absorption d'humidité donnée au point c)1)i) de 2.3.4 est fondée sur des conditions où les CMS sont stockés dans un emballage avec dessiccant ou dans une armoire sèche pendant une longue durée, dans les conditions autorisées de 30 °C, 30 % HR, pendant un an, et où l'emballage ou l'armoire peuvent être ouverts temporairement, un nombre quelconque de fois, pendant quelques heures à la fois, à condition que l'indicateur d'humidité précise une HR inférieure à 30 %.

La figure II.6 illustre le fait que le conditionnement de la première phase A1 et le conditionnement de la seconde phase A2 représentent complètement un environnement non protégé de 30 °C, 70 % HR, 168 h après l'ouverture de l'emballage avec dessiccant même si l'emballage avec dessiccant se trouve dans une condition défavorable de 30 % HR.

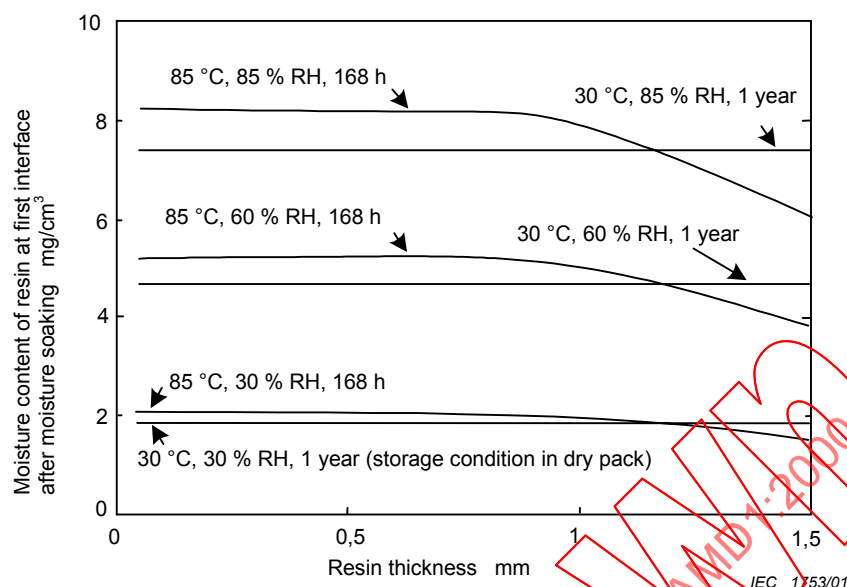


Figure II.5 – Dependence of moisture content of resin at the first interface on resin thickness under various soak conditions

II.1.2.2 Moisture soak conditioning – Method A

Method A of moisture soak given in item c)1)i) of 2.3.4 is based on conditions where SMDs are stored in a dry pack or dry cabinet for a long time, under permissible conditions of 30 °C, 30 % RH, for one year, and where the packing/cabinet can be opened temporarily any number of times for a few hours at a time, provided the humidity indicator indicates below 30 % RH.

Figure II.6 shows that the first-stage conditioning A1 and the second-stage conditioning A2 completely represents a floor life of 30 °C, 70 % RH, 168 h after opening the dry pack even though the dry pack is degraded into a condition of 30 % RH.

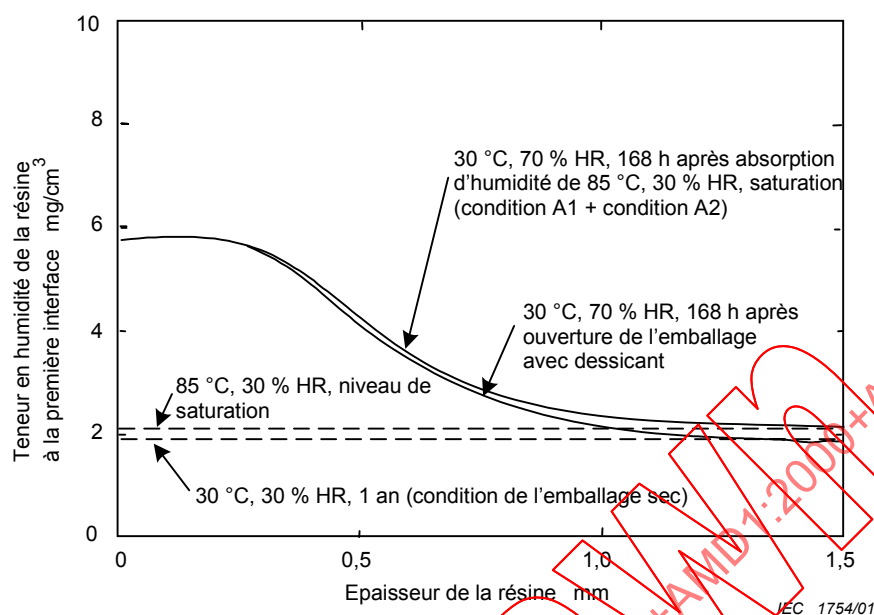


Figure II.6 – Variation de la teneur en humidité de la résine à la première interface, en fonction de l'épaisseur de la résine liée à la méthode A d'absorption d'humidité

II.1.2.3 Conditionnement par absorption d'humidité – Méthode B

La méthode B d'absorption d'humidité donnée au point c)1)ii) de 2.3.4 est fondée sur des conditions où les CMS, les réglottes de CI et autres matériaux ont été complètement étuvés immédiatement avant fermeture de l'emballage avec dessiccant et où le volume du dessiccant séché ajouté au sachet enveloppe assure l'absorption de l'humidité diffusée à travers le sachet enveloppe. L'intégrité de l'emballage est vérifiée par

- l'utilisation d'indicateurs de contrôle d'humidité *in situ* d'une sensibilité qui donne l'alerte sur une perte de l'intégrité du sachet enveloppe, et
- la détermination de la teneur en humidité des CMS indiquée à l'article II.2. Le temps d'exposition environnementale inclut le temps entre l'étuvage du CMS et l'encapsulation, le temps durant lequel l'emballage peut être temporairement ouvert chez le distributeur et l'exposition du boîtier en atelier à un environnement non protégé.

La figure II.7 illustre la relation calculée entre les conditions de la méthode B et le stockage à long terme en conditions d'humidité élevée. Cette valeur calculée indique que les conditions B1 à B5 présentent des problèmes de corrélation potentiels pour les CMS épais lorsque la teneur en humidité de l'environnement de stockage est supérieure à 10 %.

Dans les CMS dont l'épaisseur entre l'interface et l'extérieur du boîtier est supérieure à 1 mm, les conditions B1 à B5 ne sont pas plus sévères que 30 °C, 10 % HR, pour un an de stockage. Par conséquent, si l'on considère qu'une condition de saturation de 10 % HR à l'interface a un effet significatif sur la résistance à la soudure par refusion, les CMS épais évalués avec les conditions de la méthode B doivent être stockés dans des conditions inférieures à 10 % HR.

La figure II.8 donne un exemple montrant comment la teneur en humidité calculée de l'interface des produits soumis aux essais de la condition B peut ne pas reproduire de façon adéquate la teneur en humidité de l'interface calculée pour les environnements les plus utilisés dont la teneur en humidité est supérieure à 10 %.

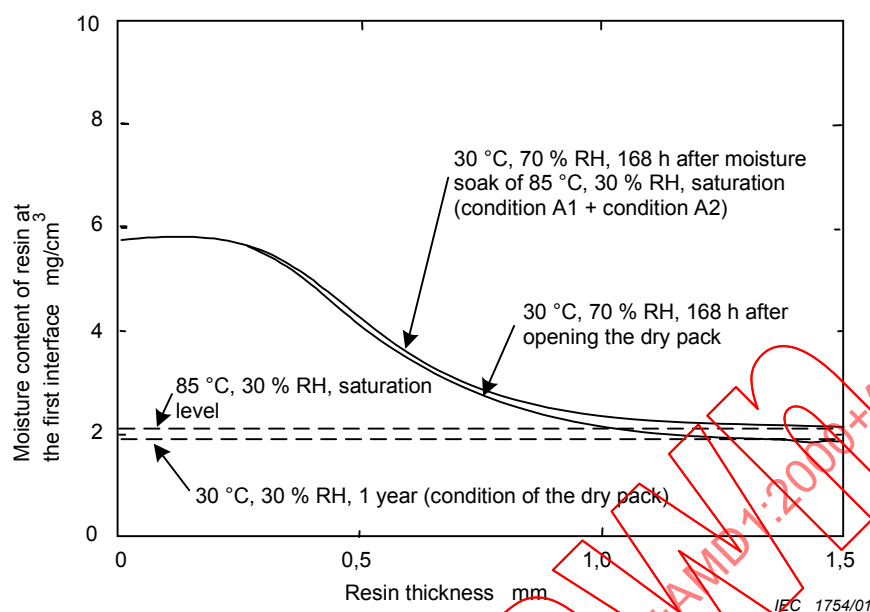


Figure II.6 – Dependence of moisture content of resin at the first interface on resin thickness related to method A of moisture soak

II.1.2.3 Moisture soak conditioning – Method B

Method B of moisture soak given in item c) 1) ii) of 2.3.4 is based on conditions where SMDs, IC trays and other materials have been completely baked immediately before dry packing and the volume of dried desiccant added to the enclosure bag ensures absorption of moisture diffused through the enclosure bag. Integrity of the dry pack is verified through

- use of *in situ* moisture control indicators of a sensitivity that will alert for loss of enclosure bag integrity; and
- determination of SMD moisture content as shown in clause II.2. Environmental exposure time includes the time from SMD bake to dry pack, the time the dry pack may be temporarily opened at the distributor's facility, and the package floor life.

Figure II.7 shows the calculated relation between method B conditions and long-term storage at elevated moisture conditions. This calculated figure indicates that conditions B1 to B5 demonstrate potential correlation problems for thick SMDs where the moisture content of the storage environment is greater than 10 %.

In SMDs with interface to package exterior thickness greater than 1 mm, conditions B1 to B5 are no more severe than 30 °C, 10 % RH, for one-year storage. Therefore, if a 10 % RH saturation condition at the interface is deemed to have a significant effect on the reflow performance, thick SMDs assessed with method B conditions shall be stored in conditions lower than 10 % RH.

Figure II.8 provides an example of how the calculated interface moisture content of condition B-tested products may not adequately replicate the calculated interface moisture content for the most used environments at greater than 10 % moisture content.

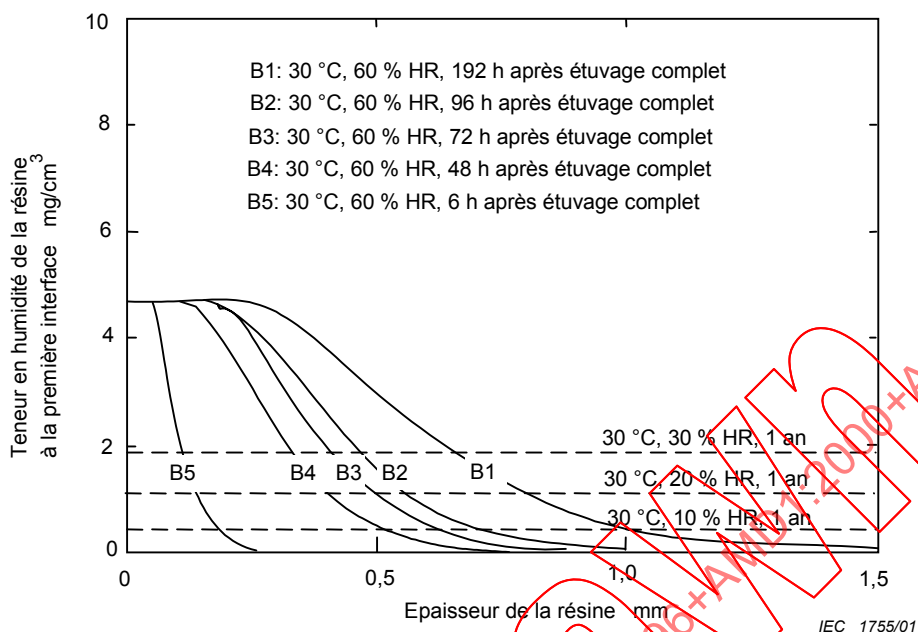


Figure II.7 – Variation de la teneur en humidité de la résine à la première interface, en fonction de l'épaisseur de la résine liée à la méthode B d'absorption d'humidité

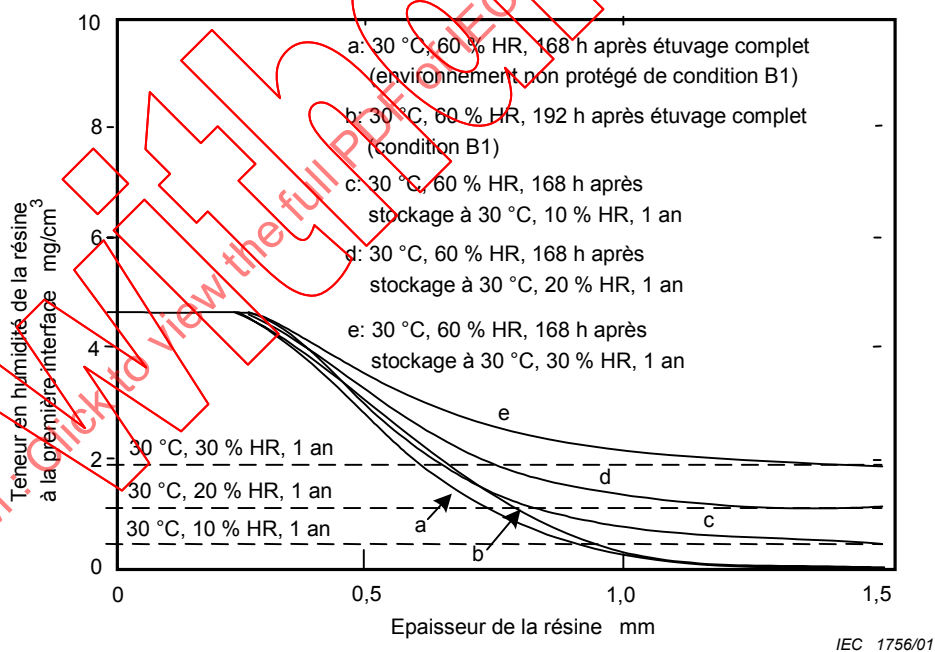


Figure II.8 – Variation de la teneur en humidité de la résine à la première interface en fonction de l'épaisseur de la résine liée à la condition B1 de la méthode B d'absorption d'humidité

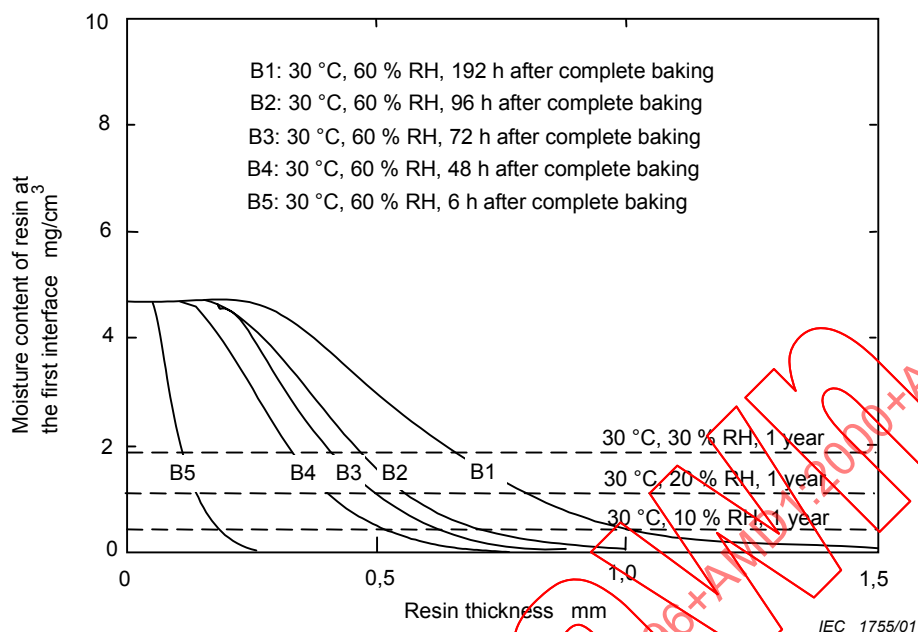


Figure II.7 – Dependence of the moisture content of resin at the first interface on resin thickness related to method B of moisture soak

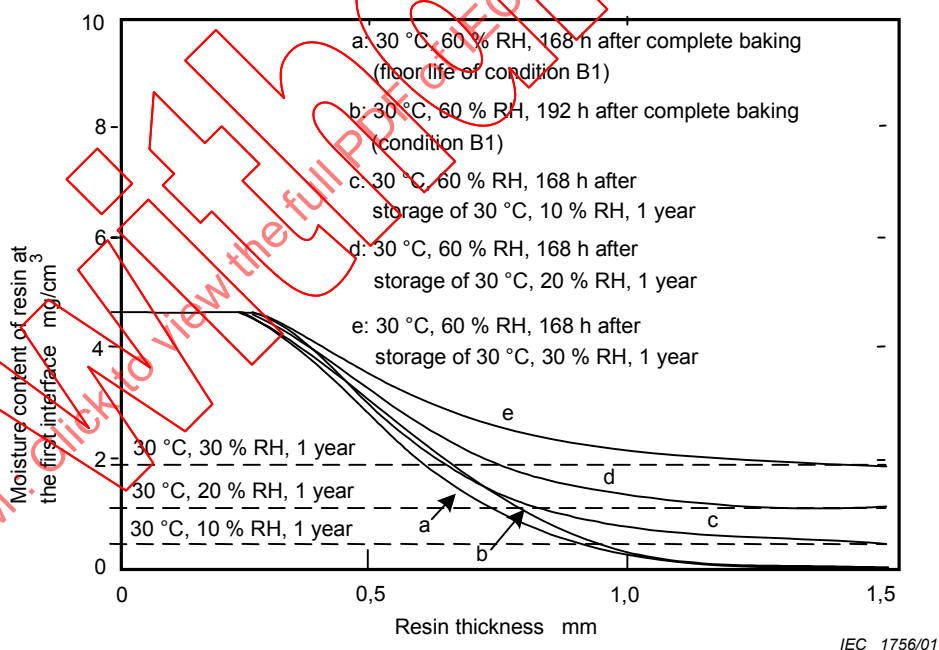


Figure II.8 – Dependence of moisture content of resin at the first interface on resin thickness related to condition B1 of method B of moisture soak

II.2 Procédure pour la mesure de la teneur en humidité

La teneur en humidité contenue dans un composant («Moisture content of a device» (MCD)) est souvent utilisée pour indiquer la teneur en humidité des CMS. La mesure de la MCD doit, cependant, être employée avec prudence pour les raisons suivantes:

- lorsque l'absorption d'humidité n'aboutit pas à la saturation, la teneur en humidité de la résine à la première interface n'est pas représentative, car la répartition de l'humidité dans les CMS peut être variable. Par exemple, la surface du CMS peut contenir un niveau élevé d'humidité, tandis que la partie interne du composant est sèche, et inversement;
- à taux d'humidité égal, la teneur en humidité contenue dans le composant (MCD) variera selon le pourcentage de résine qu'il contient.

La mesure de la teneur en humidité contenue dans un composant sera effectuée comme suit:

- le composant est pesé avec une précision de 0,1 mg par composant (x);
- le composant est séché pendant 24 h à 150 °C ou pendant 48 h à 125 °C, selon la valeur maximale absolue de température de stockage autorisée dans la spécification applicable;
- le composant refroidit jusqu'à la température ambiante pendant 30 min ± 10 min;
- le composant est à nouveau pesé (y);
- la teneur en humidité contenue dans le composant (MCD) est calculée au moyen de l'équation suivante:

$$MCD = 100 \left(\frac{x - y}{y} \right) \%$$

II.3 Méthodes de la chaleur de soudage

II.3.1 Profil de température du brasage par fusion par convection infrarouge et par convection

Le chauffage de soudure utilisant le brasage par fusion par convection infrarouge ou par convection spécifié en d)1) de 2.3.4 doit être exécuté selon le profil de température illustré à la figure II.9.

Si la température de la surface supérieure du CMS est inférieure à 220 °C pendant le brasage par fusion dans les conditions réelles, il est possible d'appliquer le profil de température inférieur illustré à la figure II.10.

Afin d'obtenir un joint de soudure correct entre les CMS et les cartes imprimées (PCB), il est généralement nécessaire que la température du joint de soudure soit au moins de 215 °C. Etant donné que les températures en plusieurs points de la carte imprimée ne sont pas constantes au cours du brasage par fusion par convection infrarouge, une température maximale de 235 °C sera atteinte à certains joints de soudure afin de maintenir la température de tous les joints de soudure de tous les CMS sur la carte imprimée à une valeur supérieure à 215 °C.

Pour les CMS typiques, la température de la surface supérieure dépasse 220 °C lorsque la température des joints de soudure est établie à 235 °C. En conséquence, le profil de la figure II.9 doit être sélectionné.

II.2 Procedure for moisture content measurement

The moisture content of a device (MCD) is often used to provide an indication of moisture content in SMDs. Measurement of the MCD shall, however, be used carefully for the following reasons:

- when the moisture soak does not result in saturation, the moisture content of the resin at the first interface will not be representative, since moisture distribution in SMDs may be variable. For example, the surface of the SMD may contain a high level of moisture whereas the inner part of the device is dry, and vice versa;
- though the moisture content of resin is equal, according to the ratio of resin in the device, the MCD varies.

A procedure for measuring the moisture content of a device is described as follows:

- the device is weighed with an accuracy of 0,1 mg per device (x);
- as permitted by the absolute maximum rating of storage temperature in the relevant specification, the device is dried for 24 h at 150 °C or 48 h at 125 °C;
- the device is allowed to cool down to room temperature for 30 min $\pm$ 10 min;
- the device is re-weighed (y);
- the moisture content of the device (MCD) is calculated using the following equation:

$$\text{MCD} = 100 \left(\frac{x - y}{y} \right) \%$$

II.3 Soldering heat methods

II.3.1 Temperature profile of infrared convection and convection reflow soldering

Solder heating using infrared convection or convection reflow soldering specified in d)1) of 2.3.4 shall be performed according to the temperature profile shown in figure II.9.

If the temperature of the top surface of the SMD is below 220 °C for real-life reflow soldering, the lower temperature profile shown in figure II.10 can be applied.

In order to get a good solder joint between SMDs and the PCB, the temperature of the solder joint is usually required to be at least 215 °C. Since the temperatures at several points of the PCB are not stable during infrared convection reflow soldering, a maximum temperature of 235 °C will be reached at certain solder joints in order to maintain the temperature of all solder joints of all SMDs on the PCB over 215 °C.

For typical SMDs, the temperature of the top surface will reach in excess of 220 °C when the temperature of the solder joints is set at 235 °C. Accordingly, the profile of figure II.9 shall be selected.

Dans le cas de CMS épais et de grande taille (par exemple d'une épaisseur de 3,0 mm et d'un volume supérieur à 2 000 mm³) à large capacité de chaleur, la température de la surface supérieure a tendance à ne pas atteindre 220 °C dans de nombreuses conditions de chauffage. Par conséquent, il convient que la figure II.10 soit sélectionnée et le profil de température à utiliser doit être précisé dans les spécifications applicables.

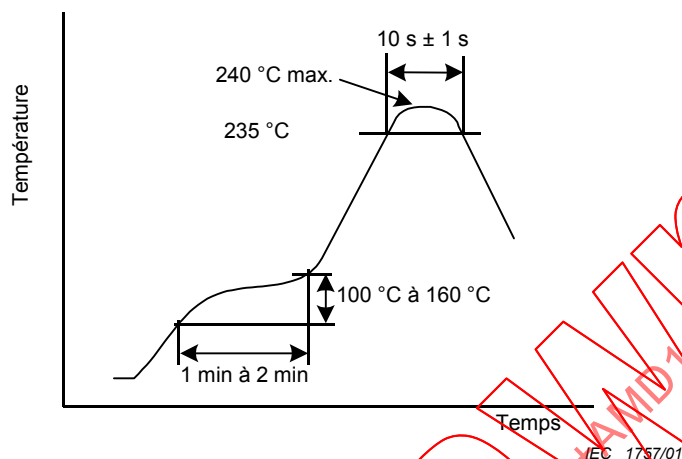


Figure II.9 – Profil de température du brasage par fusion par convection infrarouge et par convection (condition I-A)

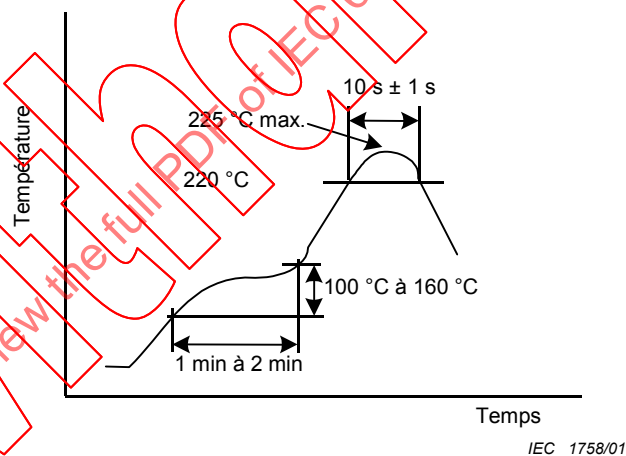


Figure II.10 – Profil de température du brasage par fusion par convection infrarouge et par convection (condition I-B)

II.3.2 Profil de température du brasage en phase vapeur

Le chauffage de la soudure utilisant le brasage en phase vapeur spécifié en d)2) de 2.3.4 doit être exécuté selon le profil de température illustré à la figure II.11.

Thick and large SMDs (over 3,0 mm in thickness and over 2 000 mm³ in volume for example) with a large heat capacitance have a tendency for the temperature of the top surface not to reach 220 °C under many heating conditions. Figure II.10 should, therefore, be selected and the temperature profile to be applied shall be detailed in the relevant specifications.

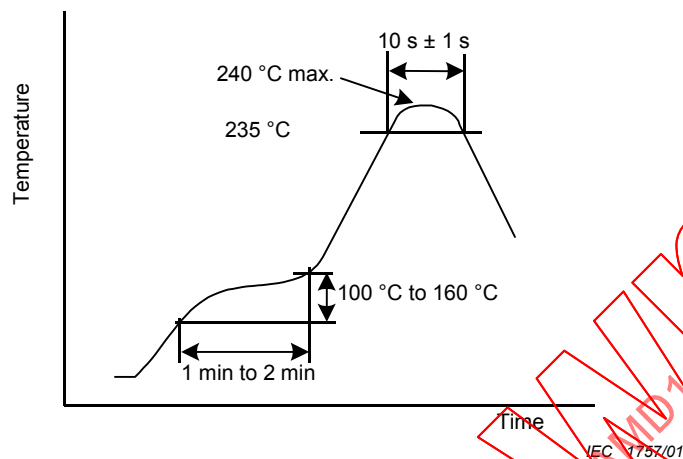


Figure II.9 – Temperature profile of infrared convection and convection reflow soldering (condition I-A)

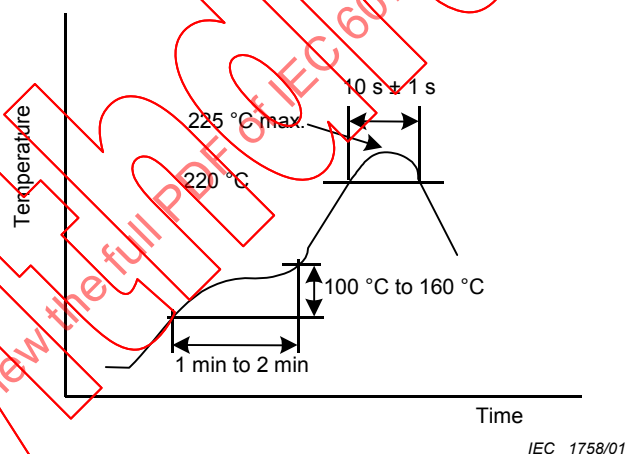


Figure II.10 – Temperature profile of infrared convection and convection reflow soldering (condition I-B)

II.3.2 Temperature profile of vapour-phase soldering

Solder heating using the vapour-phase soldering specified in d)2) of 2.3.4 shall be performed according to the temperature profile shown in figure II.11.

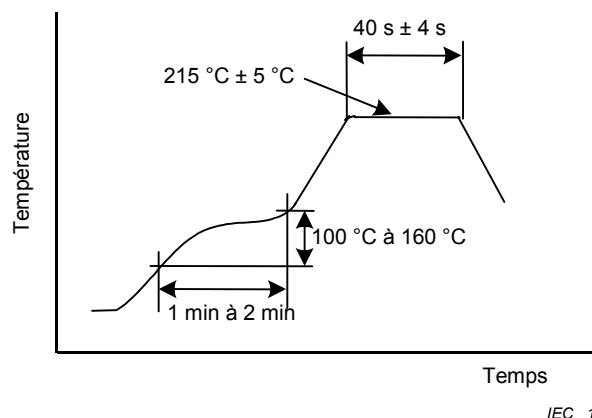


Figure II.11 – Profil de température du brasage en phase vapeur (condition II-A)

II.3.3 Méthode de chauffage par brasage à la vague

La méthode d'immersion dans un bain de soudure illustrée à la figure II.12 ne correspond pas exactement aux critères de brasage à la vague réel, parce que la soudure fondue n'entre pas dans l'espace entre la carte imprimée et le corps des CMS au cours du brasage à la vague réel. En conséquence, la température du CMS au cours du brasage à la vague réel est inférieure à la température obtenue durant la méthode d'immersion dans un bain de soudure. Lorsque la méthode d'immersion est exécutée pour les CI et les LSI ayant une grande capacité thermique, la température du corps du dispositif devient de 10 °C à 80 °C supérieure à celle résultant de la méthode de brasage à la vague. Lorsque les CMS sont de grande taille, comme les QFP et les QFJ, l'écart pourrait être de 50 °C à 80 °C. En conséquence, la méthode de brasage à la vague illustrée à la figure 2 du point d)3) de 2.3.4 doit être réalisée au cours de l'essai de chaleur de soudage. Les craquelures de boîtier sont générées par un accroissement rapide de température à la première interface au cours du chauffage de la soudure.

La figure II.13 illustre la relation entre l'épaisseur du corps du CMS et la température de crête à la première interface sous chaque type de chauffage de soudure. Dans les CMS ayant une élévation (hauteur entre le bas du corps du CMS et le bas de la broche) de moins de 0,5 mm (à l'exclusion des CMS de résistance thermique inférieure possédant un dissipateur), si l'épaisseur du corps du CMS dépasse 2,0 mm et que le chauffage de la soudure selon la condition I-A est utilisé, la méthode de brasage à la vague peut être omise. De la même façon, lorsque l'épaisseur dépasse 3,0 mm et le chauffage de la soudure de la condition I-B est utilisée, la méthode de brasage à la vague peut aussi être omise. Dans le cas des CMS ayant une élévation dépassant 0,5 mm (voir figure II.14) ou possédant un dissipateur, le brasage à la vague ne peut pas être omis parce que la température de leur corps est supérieure à celle indiquée à la figure II.13.

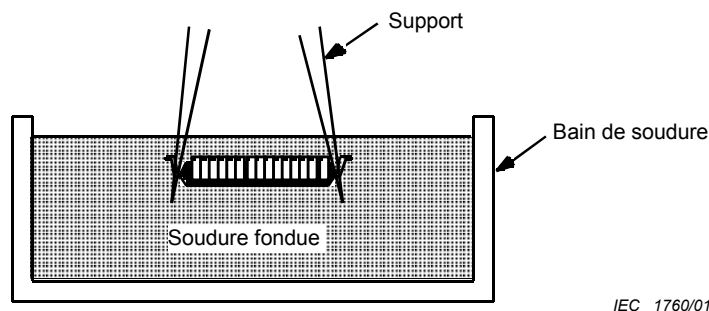
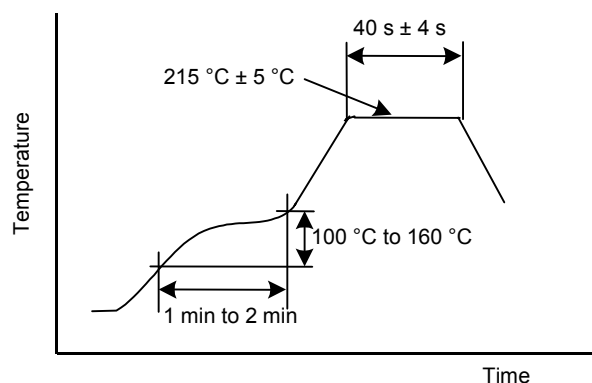


Figure II.12 – Méthode d'immersion dans un bain de soudure



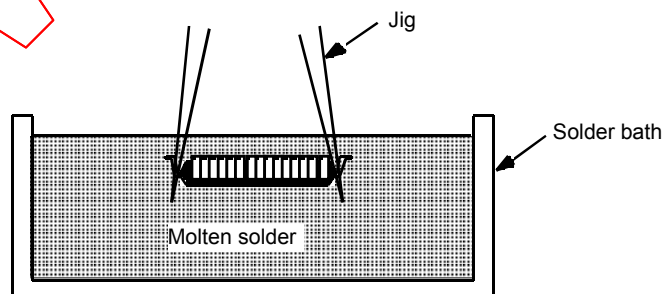
IEC 1759/01

Figure II.11 – Temperature profile of vapour-phase soldering (condition II-A)

II.3.3 Heating method by wave-soldering

The method of immersion into a solder bath as shown in figure II.12 does not correspond exactly with real wave soldering criteria because the molten solder does not enter the gap between the PCB and the SMD's body during real wave-soldering. Consequently, the temperature of the SMD during real wave-soldering is lower than that during the immersion method into a solder bath. When the immersion method is performed for ICs and LSIs having a large heat capacity, the device's body temperature becomes higher than that resulting from the wave-soldering method, by between 10 °C and 80 °C. When SMDs are large, such as QFP and QFJ, the differential could be between 50 °C and 80 °C. Consequently, the wave-soldering method as shown in figure 2 of item d)3) of 2.3.4 shall be performed for the soldering heat test. Package cracking is generated by rapid temperature rise at the first interface during solder heating.

Figure II.13 shows the relationship between the thickness of the SMD's body and the peak temperature at the first interface under each type of solder heating. In SMDs having a stand-off (the height between the bottom of the SMD's body and the bottom of the lead pin) of less than 0,5 mm (excluding lower thermal resistance SMDs having a heat sink), if the body thickness of the SMD exceeds 2,0 mm and solder heating by condition I-A is used, the wave-soldering method can be omitted. Similarly, when the thickness exceeds 3,0 mm and solder heating by condition I-B is used, the wave-soldering method can also be omitted. For SMDs having a stand-off exceeding 0,5 mm (see figure II.14) or having a heat sink, wave-soldering cannot be omitted because their body temperature will be higher than that shown in figure II.13.



IEC 1760/01

Figure II.12 – Immersion method into solder bath

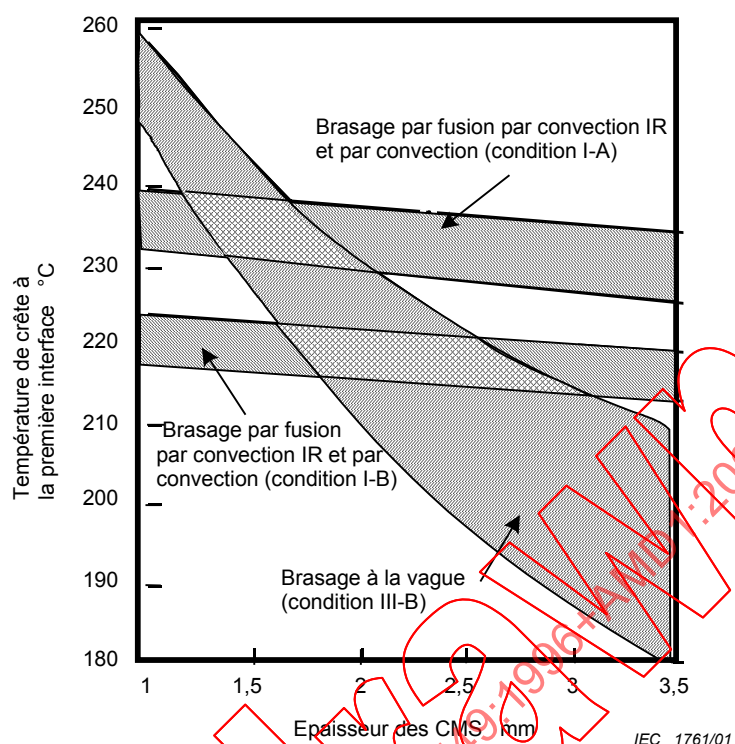


Figure II.13 – Relation entre le brasage par fusion par convection infrarouge et le brasage à la vague

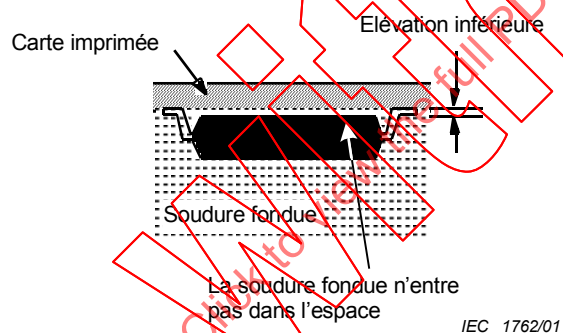


Figure II.14a – Inférieure

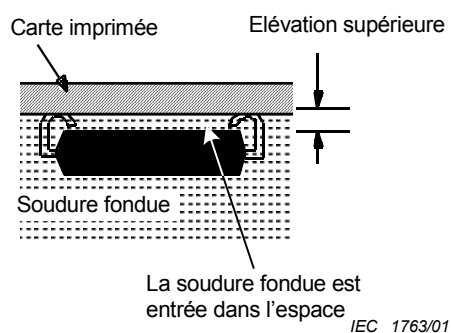


Figure II.14b – Supérieure

NOTE Le différentiel de température du CMS est dépendant de la hauteur de l'élévation.

Figure II.14 – Température dans le corps du CMS durant le brasage à la vague

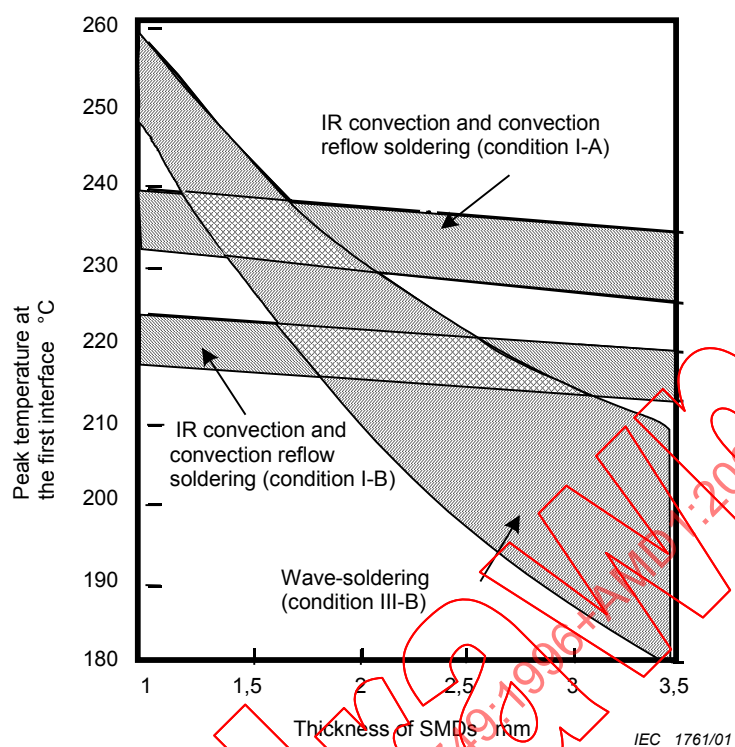


Figure II.13 – Relation between the infrared convection reflow soldering and wave-soldering

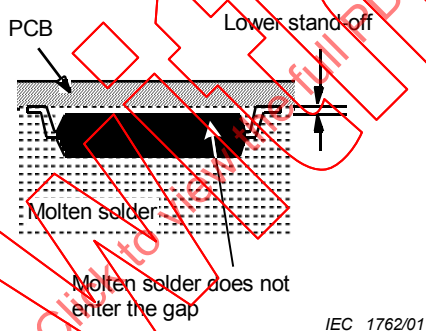


Figure II.14a – Lower

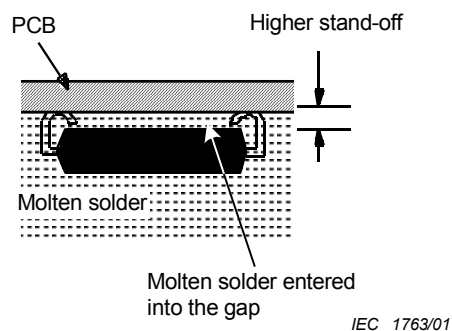


Figure II.14b – Higher

NOTE The reason for the differential of the SMD temperature depends on the height of the stand-off.

Figure II.14 – Temperature in the body of the SMD during wave-soldering

3 Vibrations (sinusoïdales)

Référence: CEI 60068-2-6.

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/s² (20 g_n);
- gamme de fréquences: 100 Hz à 2 000 Hz;
- nombre de cycles par axe: 15.

4 Chocs

Référence: CEI 60068-2-27

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

Les conditions doivent être choisies d'après le tableau 7 en tenant compte de la masse du composant et de sa construction interne.

Tableau 7

Amplitude de crête	Durée	Forme d'onde
14 700 m/s ² (1 500 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 5.2 de la CEI 60068-2-27).

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

5 Accélération constante

Référence: CEI 60068-2-7.

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

Montage

Conformément à l'article 4 de la CEI 60068-2-47, en fixant le boîtier et en immobilisant les sorties.

Mode opératoire

Sauf indication contraire, l'accélération est appliquée pendant au moins 1 min suivant un axe choisi de façon que la force soit exercée dans une direction de traction par rapport à la pastille.

3 Vibration (sinusoidal)

Reference: IEC 60068-2-6.

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 60068-2-27.

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

The conditions shall be selected from table 7, taking into consideration the mass of the device and its internal construction.

Table 7

Peak amplitude	Duration	Waveform
$14\,700 \text{ m/s}^2$ ($1\,500 g_n$)	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 IEC 60068-2-27, subclause 5.2).

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

5 Acceleration, steady state

Reference: IEC 60068-2-7.

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

Mounting

According to clause 4 of IEC 60068-2-47 the case being clamped and the leads restrained.

Procedure

Unless otherwise specified, the acceleration shall be applied for at least 1 min along one axis so chosen that the force is exerted in a pull direction with respect to the die.

Sévérités

500 000 m/s ² (50 000 g _n)	
300 000 m/s ² (30 000 g _n)	Sévérité préférentielle
200 000 m/s ² (20 000 g _n)	
100 000 m/s ² (10 000 g _n)	
50 000 m/s ² (5 000 g _n)	

Renseignements que doit donner la spécification particulière

- sévérité;
- 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

Sept méthodes d'essai 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 la sortie 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;
- la méthode G est destinée à vérifier la résistance mécanique des points de soudure fil à une force de cisaillement.

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 A)

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.

Severities

500 000 m/s ² (50 000 g_n)	
300 000 m/s ² (30 000 g_n)	Preferred severity
200 000 m/s ² (20 000 g_n)	
100 000 m/s ² (10 000 g_n)	
50 000 m/s ² (5 000 g_n)	

Information to be given in the relevant specification

- a) severity;
- b) axes and directions of acceleration.

6 Bond strength test

6.1 General

6.1.1 Object

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

6.1.2 General description of the test

Seven test 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;
- method G is intended to test the mechanical resistance of wire bonds to a shear force.

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 on the bond, lead wire or terminals 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 $\pm 2,5$ 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 annex A)

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 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 après 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) en 6.2.2.4) ou jusqu'à ce qu'une certaine force minimale ait été atteinte (point b) en 6.2.2.4).

6.2.2.4 Critères de défaillance

a) 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 8 (voir note).

Pour les diamètres de fil non spécifiés dans le tableau 8, il convient d'utiliser les courbes de la figure 3 pour déterminer la limite de traction sur le contact soudé. Les courbes ne sont applicables qu'à des tractions sur les contacts soudés exercées perpendiculairement à la pastille.

b) 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.

6.2.2.5 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 A). On peut cependant l'utiliser pour éprouver la qualité des contacts soudés d'une manière comparative au cours des opérations de fabrication.

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 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) in 6.2.2.4) or until the minimum force has been reached (item b) in 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 8 (see note).

For wire diameters not specified in table 8, the curves of figure 3 should be used to determine the bond pull limit. The curves are only applicable to bond pulls normal to the die.

- 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 annex.

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.

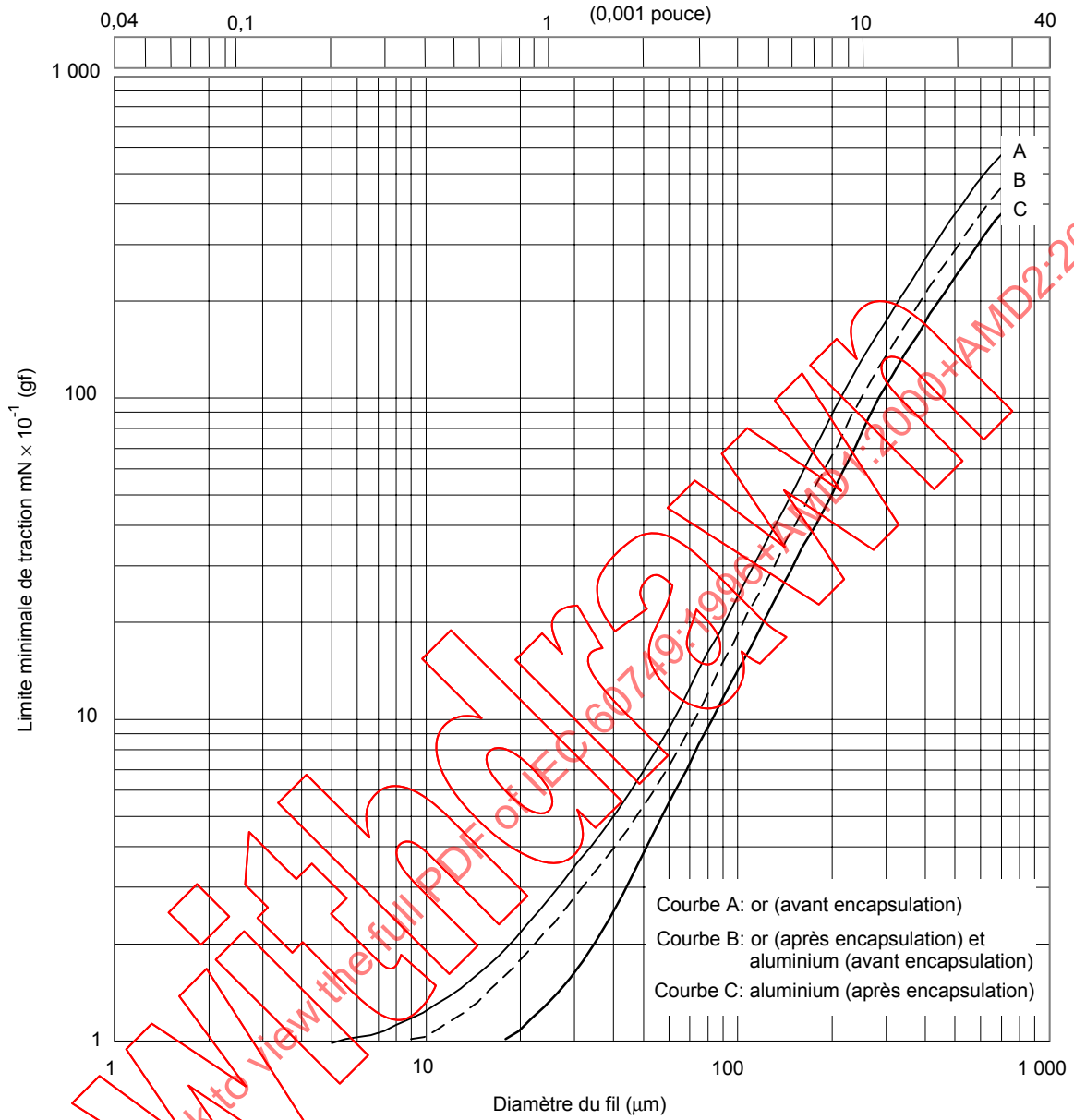
NOTE Method B is not recommended for the purpose of measuring the absolute value of the bond strength (see annex A). However, it may be used for testing the bond quality on a comparative basis during the manufacturing process.

Tableau 8

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 Au 0,018	15 20	25 30	10 15	20 25
A ou B	Al 0,025 Au 0,025	25 30	35 40	15 25	25 35
A ou B	Al 0,033 Au 0,033	30 40	40 50	20 30	30 40
A ou B	Al 0,038 Au 0,038	35 50	45 60	25 35	35 45
A ou B	Al 0,075 Au 0,075	120 150	130 160	80 120	90 130
* Voir la figure A.1 dans l'annexe A. NOTE 1 Pour les fils méplats, utiliser le diamètre du fil rond équivalent qui a la même section droite que le fil méplat à essayer. NOTE 2 Il convient de ne pas endommager le contact soudé lorsqu'on ouvre le boîtier pour les essais après scellement.					

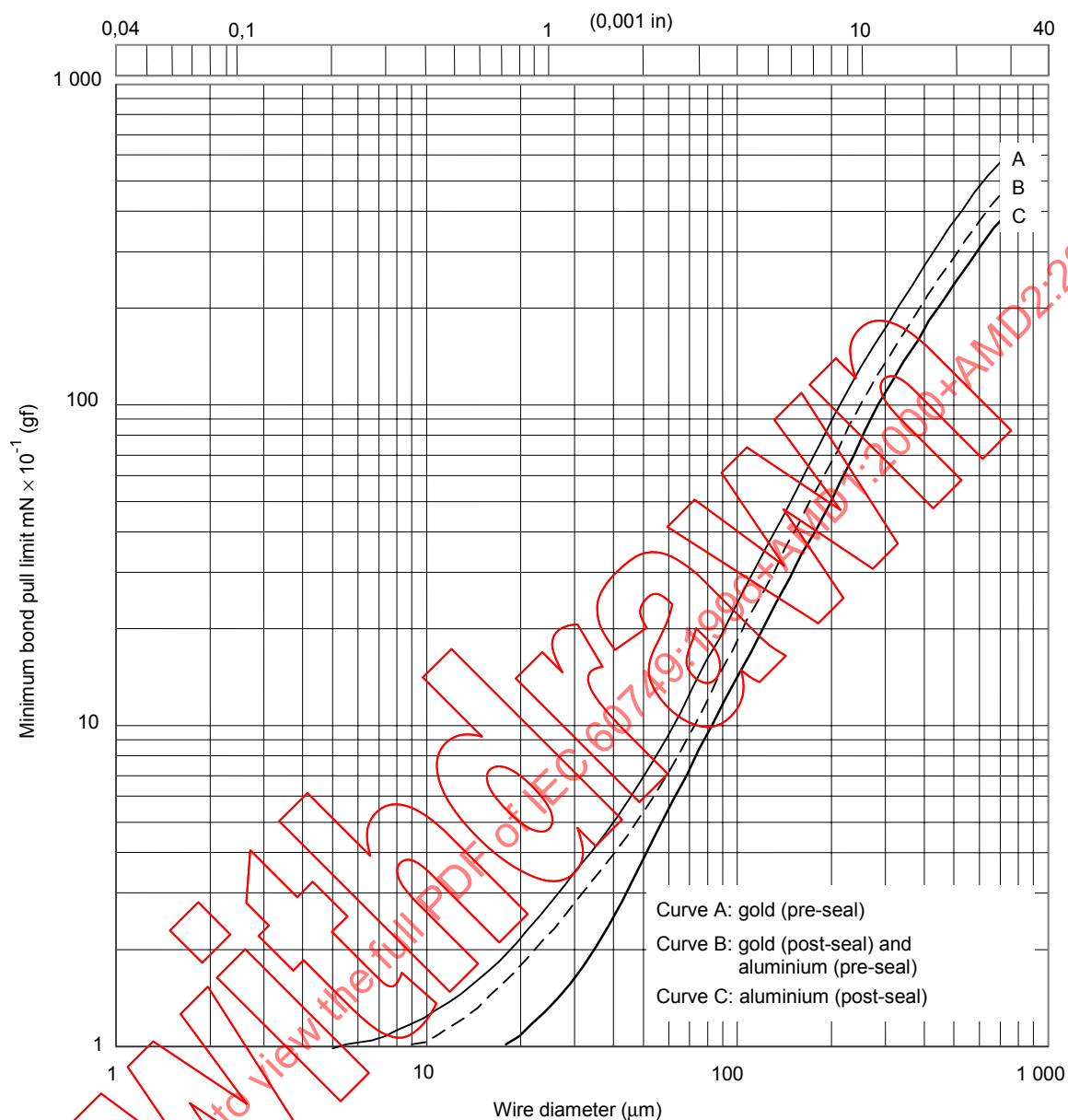
Table 8

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	15	25	10	20
	Au 0,018	20	30	15	25
A or B	Al 0,025	25	35	15	25
	Au 0,025	30	40	25	35
A or B	Al 0,033	30	40	20	30
	Au 0,033	40	50	30	40
A or B	Al 0,038	35	45	25	35
	Au 0,038	50	60	35	45
A or B	Al 0,075	120	130	80	90
	Au 0,075	150	160	120	130
* See figure A.1 in annex A. NOTE 1 For ribbon wire, use the equivalent round wire diameter that gives the same cross-sectional area as the ribbon wire being tested. NOTE 2 Care should be taken not to damage the bond when opening the case for the post-seal tests.					



NOTE La force minimum de traction doit être prise dans le tableau 8. Ce graphique peut être utilisé pour les diamètres de fil non spécifiés dans le tableau.

Figure 3 – Limites minimales de traction des contacts soudés (normales à la pastille)



NOTE The minimum pulling force should be taken from table 8. This graph may be used for wire diameters not specified in the table.

Figure 3 – Minimum bond pull limits (normal to die)

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 (voir 6.3.4.1) ou que la force minimale (voir 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 8. Pour les diamètres de fil non spécifiés dans le tableau 8, il convient d'utiliser les courbes de la figure 3 pour déterminer la limite de traction sur le contact soudé. Les courbes ne sont applicables qu'à des tractions sur les contacts soudés exercées perpendiculairement à la pastille. 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;
- 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 semiconducteur 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.

6.3 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 (see 6.3.4.1) or until the minimum force has been reached (see 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 8. For wire diameters not specified in table 8, the curves of figure 3 should be used to determine the bond pull limit. The curves are only applicable to bond pulls normal to the die. 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) 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 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 (voir 6.4.4.1) ou que la force minimale (voir 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.

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.

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 (see 6.4.4.1) or until the minimum force (see 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 in 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.

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.

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 en 6.5.5 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) placée 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 spécifiée en 6.5.5 ou jusqu'à ce que la face supérieure de la pastille soit à 2,5 mm environ au-dessus du substrat.

6.5.4 Critères de défauts pour les deux méthodes E et F

- 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.

6.6 Méthode G: Essai de cisaillement du point de soudure fil («wire ball»)

6.6.1 Domaine d'application

La méthode G est destinée à vérifier la résistance mécanique des points de soudure fil à une force de cisaillement. Il est recommandé de l'utiliser en complément des méthodes A ou B. Elle fournit plus d'information sur la robustesse de la soudure des métaux puisque, à la différence des méthodes A ou B, elle présente l'avantage de se focaliser sur le point de soudure lui-même plutôt que de faire apparaître des défaillances qui ne sont pas liées directement à la qualité de la soudure (comme une rupture de fil au talon, au rétrécissement ou dans la boucle).

Cette méthode fournit une procédure standard pour déterminer la résistance au cisaillement d'une série de points de soudure réalisés soit par thermocompression, soit par technique thermosonique.

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 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 to 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 6.5.5 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 at a bond;
- 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 Method G: Wire ball shear test

6.6.1 Scope

Method G is intended to test the mechanical resistance of wire bonds to a shear force. It is recommended that it be used in addition to method A or B. It provides more information about the robustness of the metallurgical bond since, as opposed to method A or B, it has the advantage of concentrating on the bond itself rather than showing failures which are not directly linked with the quality of the bond (like wire breaking at the heel, neck, or in the span).

This method provides a standard procedure for determining the shear strength of a series of ball bonds made by either thermal compression or thermosonic techniques.

6.6.2 Description générale

Le cisaillement du point de soudure est un procédé suivant lequel un appareil utilise un outil en forme de ciseau pour cisailer ou pousser un point de soudure en forme de tête de clou ou de coin vers l'extérieur de la plage de soudure (voir figure 4). La force requise pour provoquer cette séparation est enregistrée et considérée comme la force de résistance au cisaillement opposée par le point de soudure. Quand on la corrèle au diamètre de la tête de clou («ball bond»), la résistance au cisaillement d'une soudure tête de clou en or est un indicateur de la qualité du point de soudure entre la tête de clou en or et la métallisation de la plage de soudure comme l'indiquent la figure 5 et le tableau 9. La résistance au cisaillement d'un point de soudure d'aluminium en forme de coin («wedge bond») comparée à la résistance du fil à la traction spécifiée par le fabricant est un indicateur de l'intégrité de la soudure entre le fil d'aluminium et la métallisation de la plage de soudure («bond pad métallisation»).

Le point de soudure en forme de boule «ball bond» comprend la partie sphérique élargie ou partie en forme de tête de clou du fil (réalisée par la fusion «flame-off» et la première opération de soudure dans le procédé par thermocompression et par technique thermosonique, ou les deux), la plage de soudure en dessous, et la zone de liaison entre la tête de clou et la plage de soudure ou joint de soudure.

Ces méthodes d'essai couvrent les têtes de clou faites avec du fil de faible diamètre, de 18 µm à 76 µm (0,0007 pouce à 0,003 pouce), du type utilisé pour les circuits intégrés et les montages hybrides. Ces méthodes d'essai peuvent être utilisées seulement quand la hauteur et le diamètre de la tête de clou sont de dimensions suffisantes et que les structures adjacentes sont suffisamment éloignées pour permettre la mise en place convenable et laisser un dégagement suffisant du dispositif destiné à appliquer le cisaillement (au-dessus de la liaison de soudure et entre des points adjacents).

Ces méthodes d'essai sont destructives. Elles conviennent à une utilisation en développement de procédé ou avec un plan d'échantillonnage adéquat, pour le pilotage de procédé ou l'assurance de qualité.

6.6.3 Termes et définitions

6.6.3.1 Définition des modes de cisaillement (voir figure 4)

6.6.3.1.1 Mode 1 – Soulevement de la tête de clou

Séparation de toute la tête de clou de la plage de soudure qui laisse seulement une empreinte sur la plage de soudure. Il n'y a pas de traces de formations intermétalliques, et peu ou pas de perturbation de la métallisation est visible.

6.6.3.1.2 Mode 2 – Cisaillement du point d'attache («bond») / Cisaillement de la tête de clou («ball») / Cisaillement du coin («wedge»)

Séparation du point au-dessus des composés intermétalliques. La partie constituée des composés intermétalliques du point est restée sur la métallisation de la plage de soudure accompagnée d'un peu d'or.

6.6.3.1.3 Mode 3 – Décollement de la plage de soudure

Séparation entre la métallisation de la plage de soudure et son substrat sous-jacent. De la métallisation de la plage de soudure et des composés intermétalliques restent sur le point de soudure.

6.6.2 General description

Bond shear is a process in which an instrument uses a chisel-shaped tool to shear or push a ball or wedge bond off the bond pad (see figure 4). The force required to cause this separation is recorded and is referred to as the bond shear force. The bond shear force of a gold ball bond, when correlated to the diameter of the ball bond shear strength, is an indicator of the quality of the metallurgical bond between the gold ball bond and the bond pad metallization, as indicated in figure 5 and table 9. The bond shear force of an aluminum wedge bond, when compared to the manufacturer's tensile strength of the wire, is an indicator of the integrity of the weld between the aluminum wire and the bond pad metallization.

The ball bond includes the enlarged spherical or nail-head portion of the wire (provided by the flame-off and first bonding operation in the thermal compression or thermosonic process, or both), the underlying bonding pad and the ball bond bonding pad interfacial attachment area or weld interface.

These test methods cover ball bonds made with small diameter wire (from 18 μm to 76 μm (0,0007 in to 0,003 in)) of the type used in integrated circuits and hybrid microelectronic assemblies. These test methods can be used only when the ball height and diameter are large enough and adjacent interfering structures are far enough away to allow suitable placement and clearance (above the bonding pad and between adjacent bonds) of the shear test ram.

The test methods are destructive. They are appropriate for use in process development or, with a proper sampling plan, for process control or quality assurance.

6.6.3 Terms and definitions

6.6.3.1 Definition of shear modes (see figure 4)

6.6.3.1.1 Mode 1 – Ball lift

Separation of the whole ball bond from the bond pad with only an imprint being left on the bond pad. No intermetallic formation is evident and little, if any, disturbance of the metallization is seen.

6.6.3.1.2 Mode 2 – Bond shear/Ball shear/Wedge shear

Separation of the ball above the intermetallics. The intermetallics portion of the ball is left on the bond pad metallization along with some gold.

6.6.3.1.3 Mode 3 – Bond pad lift

Separation between the bond pad metallization and the underlying substrate. Some bond pad metallization and intermetallics remain on the ball.

6.6.3.1.4 Mode 4 – Cratères (copeau arraché)

Soulèvement du point d'attache enlevant un morceau du substrat. La métallisation de la plage de soudure et un morceau du substrat sont attachés au point.

6.6.3.1.5 Mode 5a – Anomalie due à l'opérateur ou à l'équipement (outil de cisaillement trop haut)

Condition où l'outil de cisaillement enlève seulement la partie supérieure de la tête de clou ou du point de soudure. Positionnement incorrect de l'échantillon, force de cisaillement appliquée trop haut, ou fonctionnement incorrect de l'appareil.

6.6.3.1.6 Mode 5b – Erreur due à l'appareil ou à l'opérateur (outil de cisaillement trop bas)

L'outil de cisaillement touche la métallisation ou le revêtement de protection, ce qui entraîne une valeur de cisaillement incorrecte. Mauvais positionnement du composant, hauteur de cisaillement trop basse, ou mauvais fonctionnement de l'équipement.

6.6.3.1.4 Mode 4 – Cratering (chip-out)

Bond pad lifts, removing a portion of the substrate. Bond pad metallization and a portion of the substrate are attached to the ball.

6.6.3.1.5 Mode 5a – Instrument/operator error (shear tool too high)

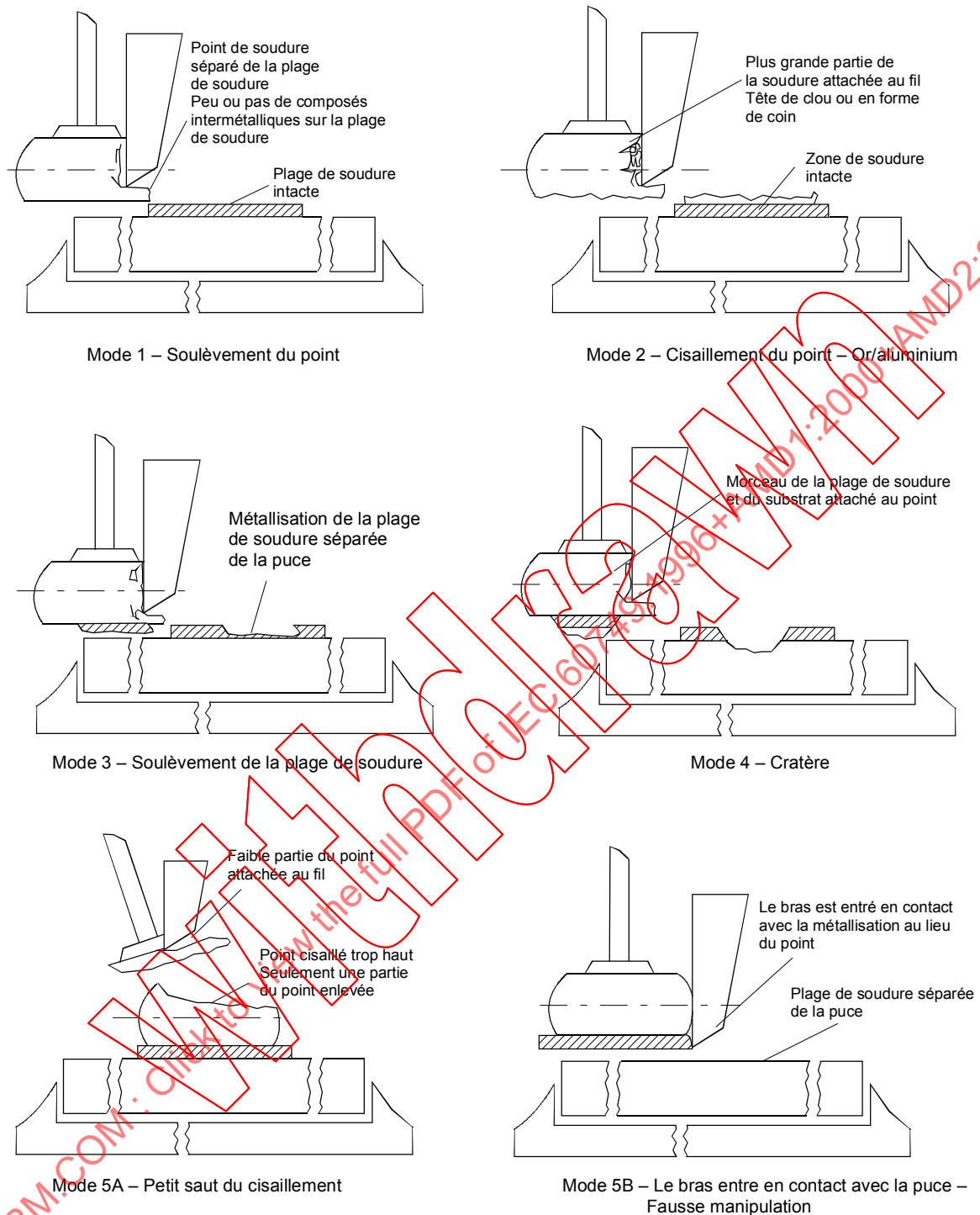
Condition where the shear tool removes only the topmost part of the ball or wedge bond. Improper placement of sample, shear height too high, or malfunction of instrument.

6.6.3.1.6 Mode 5b – Instrument/operator error (shear tool too low)

The shear tool contacts the metallization or protective overcoat, producing an invalid shear value. Improper placement of sample, shear height too low, or instrument malfunction.

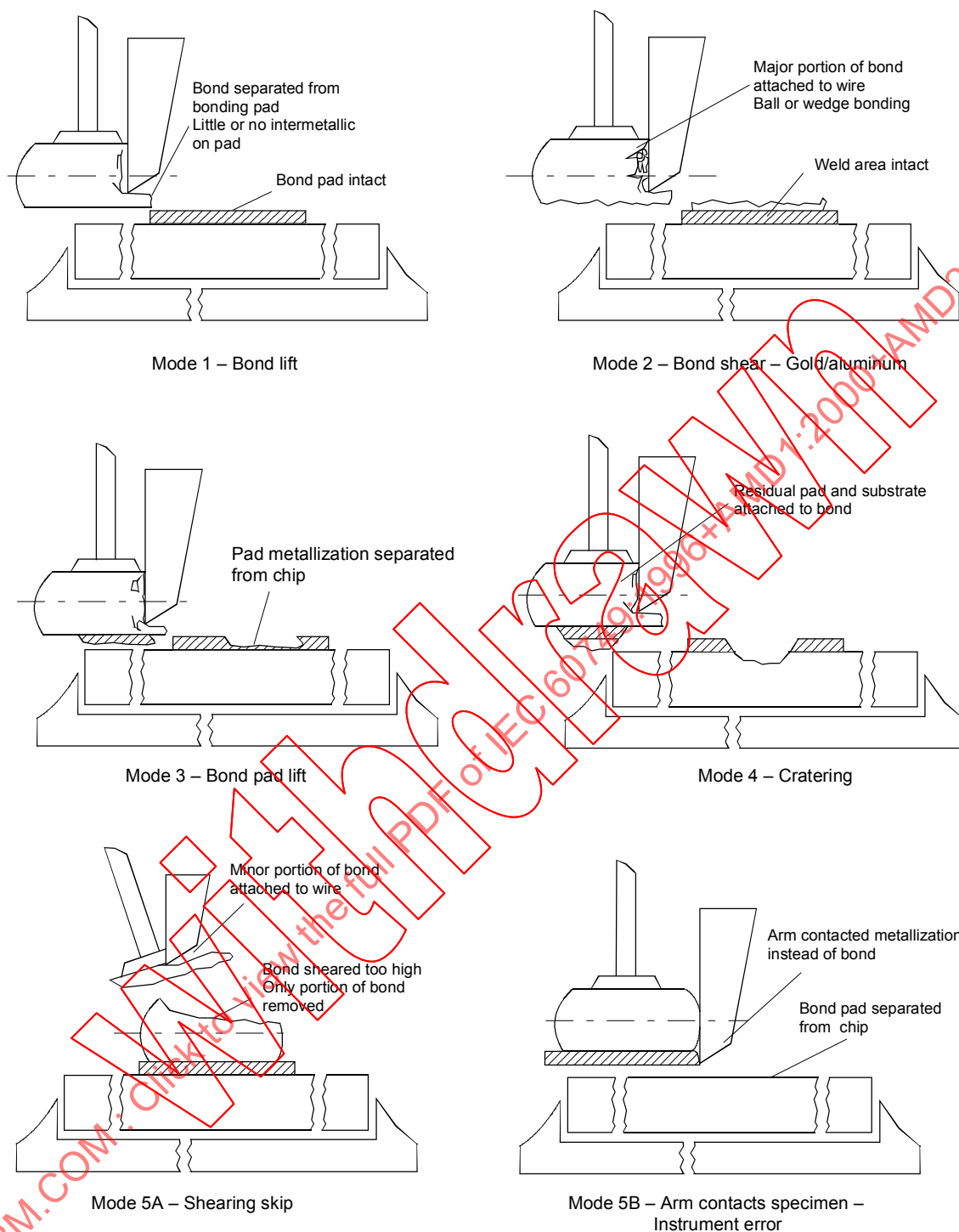
IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60749:1996+A1:2000+A2:2001 CSV

Withd2W



IEC 926/2000

Figure 4 – Codes de cisaillement du point



IEC 926/2000

Figure 4 – Bond shear codes

6.6.3.2 Outil ou bras de cisaillement

Ciseau en carbure de tungstène ou équivalent avec des angles définis sur le pied et l'arrière de l'outil pour appliquer une force de cisaillement. Les paramètres requis pour l'outil de cisaillement comprennent mais ne sont pas limités à la face de cisaillement plane, l'arête de cisaillement bien aiguisée, la largeur de cisaillement de 1,5 fois à 2 fois le diamètre ou la longueur du point.

Il convient que l'outil de cisaillement soit conçu pour éviter le labourage et les rayures pendant l'essai. L'outil doit être propre et ne pas présenter de copeaux ou autres défauts susceptibles d'avoir une influence sur l'essai de cisaillement.

6.6.3.3 Point de soudure thermosonique d'or (Au) en forme de boule

Point de soudure d'or en forme de boule formé en utilisant un procédé thermosonique de soudure fil.

6.6.3.4 Point de soudure ultrasonique d'aluminium (Al) en forme de coin

Point d'attache ou de soudure d'aluminium en forme de coin, formé en utilisant un procédé ultrasonique de soudure fil.

6.6.4 Equipement et matériel

6.6.4.1 L'essai de cisaillement des points en forme de boule doit être réalisé en utilisant exclusivement un équipement disposant des possibilités citées ci-dessous.

- a) Equipement d'essai de cisaillement des points en forme de boule capable de positionner de façon précise le vérin de cisaillement ($\pm 2,54 \mu\text{m}$ ou $\pm 0,10$ millième de pouce) au-dessus du substrat, équipé d'un microscope avec zoom (d'un grossissement minimal de 70 $\times$).
- b) Outil de cisaillement conçu pour éviter le labourage et les rayures pendant l'essai. Il convient que l'outil soit propre et libre de tout copeau ou autre défaut qui pourrait interférer avec l'essai de cisaillement.
- c) Un support de produit pour maintenir fermement le composant pendant l'essai dans un plan horizontal et perpendiculaire à l'outil de cisaillement. Le support de composant doit avoir une robustesse suffisante pour que l'ensemble qu'il constitue avec le composant reste immobile pendant l'essai.
- d) L'équipement de cisaillement doit être capable de positionner l'outil de cisaillement de façon précise ($\pm 2,54 \mu\text{m}$ ou $\pm 0,10$ millième de pouce) au-dessus du substrat. La hauteur spécifiée au-dessus de la partie la plus élevée de la surface de soudure doit garantir que l'outil de cisaillement n'entrera pas en contact avec la surface de la puce, et doit être plus petite que la hauteur entre la partie la plus élevée de la surface de soudage et le plan situé à mi-hauteur de la boule ou du point de soudure.
- e) Un dispositif optique de mesure associé au microscope capable de mesurer le diamètre du point de soudure avec une précision de $\pm 2,5 \mu\text{m}$ ou $\pm 0,1$ millième de pouce.

6.6.4.2 Calibration

Avant d'effectuer l'essai de cisaillement du point de soudure, il faut vérifier que l'équipement a été calibré conformément à la spécification du fabricant et que ce calibrage est valide. Un nouveau calibrage est nécessaire si l'équipement est déménagé vers un autre emplacement.

6.6.3.2 Shear tool or arm

Tungsten carbide chisel, or equivalent, with specific angles on the bottom and back of the tool to assure a shearing action. Required shear tool parameters include, but are not limited to, flat shear face, sharp shearing edge, shearing width of 1,5 to 2 times the bond diameter or bond length.

The shearing tool should be designed so as to prevent ploughing and drag during testing. The tool should be clean and free of chips or other defects that will interfere with the shearing test.

6.6.3.3 Thermosonic gold (Au) ball bond

Gold ball bond formed using a thermosonic wire bond process.

6.6.3.4 Ultrasonic aluminum (Al) wedge bond

Aluminum wedge bond or weld formed using an ultrasonic wire bonding process.

6.6.4 Equipment and material

6.6.4.1 Ball shear testing shall only be conducted using equipment having the capabilities listed below.

- a) Ball bond shear tester capable of precise placement of shearing ram ($\pm 2,54 \mu\text{m}$ or $\pm 0,10 \text{ mil}$) above the substrate, fitted with zoom microscope (70 $\times$ minimum magnification).
- b) Shearing tool designed so as to prevent ploughing and drag during testing. The tool should be clean and free of chips or other defects that will interfere with the shearing test.
- c) Device holder for holding the device securely at horizontal level and perpendicular to the shear tool during testing. The sample holder shall have adequate clamping capability during the test to secure the holder and the sample.
- d) The bond shear equipment shall be capable of precision placement of the shearing tool ($\pm 2,54 \mu\text{m}$ or $\pm 0,10 \text{ mil}$) above the substrate. The specified distance above the topmost part of the bonding surface shall insure the shear tool does not contact the surface of the die and shall be less than the distance from the topmost part of the bonding surface to the centre line of the ball or wedge bond.
- e) An optical microscope/measurement system capable of measuring the bond diameter to within $\pm 2,5 \mu\text{m}$ or $\pm 0,1 \text{ mil}$.

6.6.4.2 Calibration

Before performing the bond shear test, it must be determined that the equipment has been calibrated in accordance with the manufacturer's specification and is presently in calibration. Recalibration is required if the tester is moved to another location.

6.6.5 Procédure

6.6.5.1 La taille de l'échantillon doit être un minimum spécifié par les contrôles SPC appliqués aux produits spécifiques. Il est recommandé qu'une taille d'échantillon normale pour un développement de procédé soit au minimum de 50 cisaillements faits au hasard sauf si cela est spécifié différemment.

6.6.5.2 Il convient que cet essai soit utilisé exclusivement sur des échantillons non enrobés avec des hauteurs de boule ($\geq 10,16 \mu\text{m}$ ou $\geq 0,4$ millièmes de pouce) et des espaces entre boules suffisants pour permettre un cisaillement complet et sans obstruction du point d'attache.

6.6.5.3 Installer l'équipement d'essai conformément aux instructions du fabricant. Vérifier l'outil de cisaillement et le remplacer si nécessaire.

6.6.5.4 Disposer un composant à essayer dans le support suivant une position horizontale perpendiculaire à l'outil de cisaillement.

6.6.5.5 Positionner l'outil de cisaillement à proximité de la boule (à moins de deux fois le diamètre), perpendiculairement à la surface du composant et à moins de mi-hauteur par rapport à la boule, tel que cela est illustré dans les modes 1 à 4 de la figure 4.

Il convient que la face inférieure de l'outil de cisaillement soit maintenue sous le plan médian horizontal de la boule et juste au-dessus de la métallisation de la plage de soudure de la puce.

6.6.5.6 Agir sur le bouton de démarrage pour permettre à l'outil de cisaillement de pousser la boule jusqu'à ce qu'elle soit cisailée ou qu'elle se sépare du substrat.

6.6.5.7 Examiner la zone cisailée, enregistrer le mode de cisaillement (tel qu'il est défini en 6.6.3.1) et la force en grammes requise pour cisailier la boule.

6.6.5.8 Répéter l'essai (de 6.6.5.3 à 6.6.5.7) pour chaque composant de l'échantillon.

6.6.5.9 Calculer et enregistrer pour chaque échantillon:

- a) la force moyenne de cisaillement (gf)¹⁾;
- b) la force minimale (gf);
- c) la force maximale (gf);
- d) l'écart type.

6.6.5.10 Il convient que les essais pour lesquels il y a eu interférence durant le cisaillement ne soient pas pris en compte pour le calcul de la force moyenne de cisaillement. Cela comprend le cisaillement du fil, le mauvais positionnement du vérin (outil qui n'est pas en contact avec l'ensemble de la boule), et d'autres essais perturbés par une interférence pendant le cisaillement, par exemple les modes 5a et 5b.

6.6.5.11 Pour chaque échantillon soumis à l'essai, calculer les forces de cisaillement moyenne et minimale (force moyenne en grammes force/taille moyenne connue de la boule) en utilisant le diamètre de boule connu (ou mesuré).

¹⁾ Il est fait référence ici à des grammes force (gf) au lieu d'unités SI parce que pour ce genre de test, la pratique courante est d'utiliser des grammes force. La formule pour la conversion en Newtons est donnée dans les tableaux et diagrammes concernés.

6.6.5 Procedure

6.6.5.1 Sample size shall be a minimum specified by SPC controls for specific devices. Normal sample size for process development should be a minimum of 50 random shears unless otherwise specified.

6.6.5.2 This test should only be used on unmoulded samples with ball heights ($\geq 10,16 \mu\text{m}$ or $\geq 0,4 \text{ mil}$) and ball spacings sufficient to allow complete and unobstructed shearing of the ball bond.

6.6.5.3 Set up the test equipment according to manufacturer's instructions. Inspect shear tool and replace tool if any damage is detected.

6.6.5.4 Place a test sample in the device holder in a level horizontal position perpendicular to the shear tool.

6.6.5.5 Position the shear tool close to the ball (within two ball diameters) and less than one-half ball height above and perpendicular to the device surface, as illustrated in modes 1 to 4 of figure 4.

The bottom of the shearing tool should be maintained below the centre line of the ball and just above the die pad metallization.

6.6.5.6 Activate the test button and allow the shear tool to move into the ball until the ball is sheared or separates from the substrate.

6.6.5.7 Examine the sheared area, record both the shear mode (as defined in 6.6.3.1) and the gram force required to shear the ball.

6.6.5.8 Repeat the test (6.6.5.3 to 6.6.5.7) for each test sample in the lot.

6.6.5.9 Calculate and record for each sample:

- a) average shear force (gf)¹⁾;
- b) minimum (gf);
- c) maximum (gf);
- d) standard deviation.

6.6.5.10 Tests determined to have interference during shear should not be included for determining the average shear value. These include wire shear, improper placement of ram (does not contact entire ball), and other tests which have interference during shear, for example: modes 5a and 5b.

6.6.5.11 Using the known (or measured) ball diameter for each test sample, calculate the average and minimum bond shear strength for each lot tested (average grams force/known average ball size).

¹⁾ Reference is being made here to grams force (gf) instead of SI units since it is common practice to use grams force in this kind of test. The formula to convert the grams force into Newtons is provided in the relevant tables and diagrams.

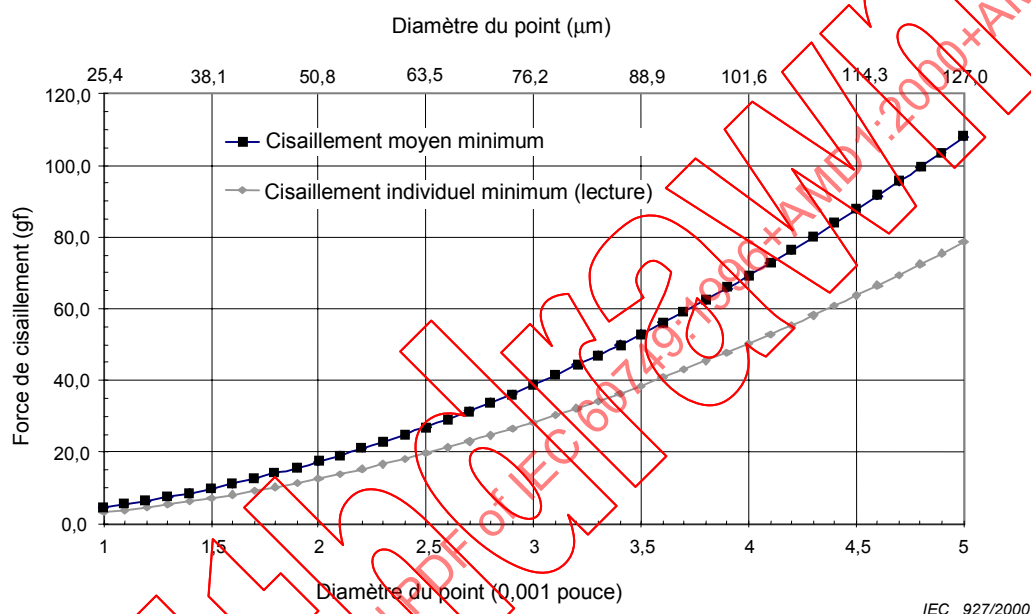
6.6.6 Limites d'acceptabilité de l'essai

6.6.6.1 Limites d'acceptabilité pour les têtes de clou

Les points de soudure d'une pièce doivent être considérés comme acceptables si les valeurs de cisaillement minimales individuelle et moyenne sont supérieures ou égales à celles de la figure 5 et du tableau 9.

D'autres valeurs minimales de cisaillement peuvent être utilisées si elles ont fait l'objet d'un accord entre le fournisseur de composants et l'utilisateur final (client).

LIMITES MINIMALES DE CISAILLEMENT



NOTE Se reporter au tableau 9 pour les valeurs exactes de cisaillement.

(1 gf = 9,81 mN, 1 millième de pouce = 25,4 μm)

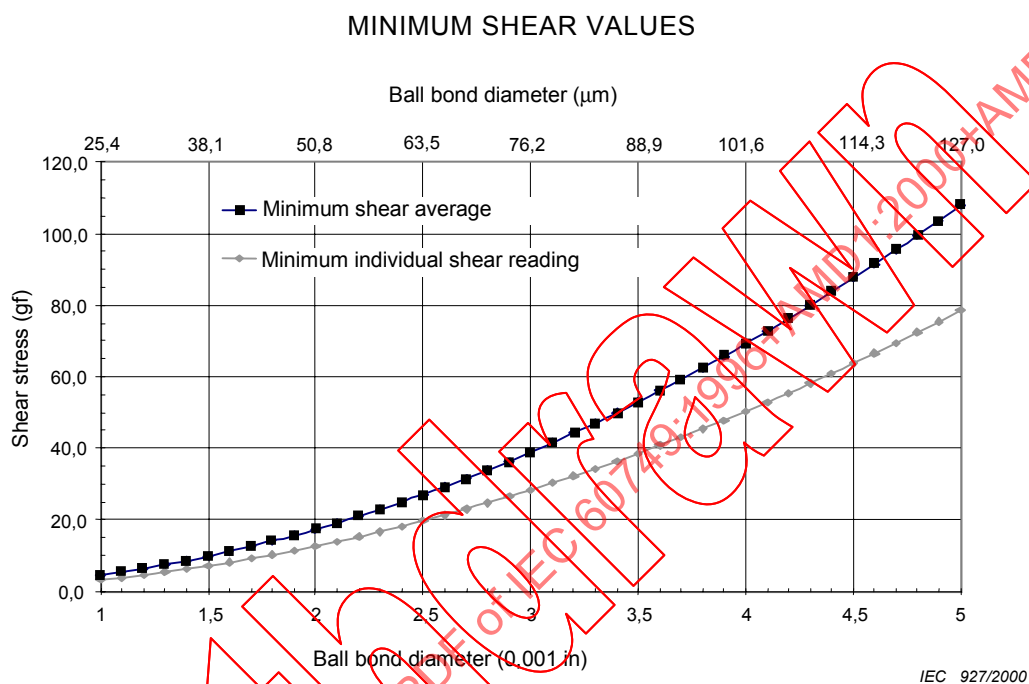
Figure 5 – Limites minimales acceptables pour les valeurs individuelles et moyennes de cisaillement du point

6.6.6 Acceptable test limits

6.6.6.1 Acceptable test limits for ball bonds

The ball bonds on a part shall be considered acceptable if the minimum individual and average bond shear values are greater than or equal to those stated in figure 5 and table 9.

Alternate minimum bond shear values may be used if agreed to by both the part supplier and the end-user (customer).



NOTE See table 9 for exact bond shear values.

(1 gf = 9,81 mN, 0,001 in = 25,4 μm)

Figure 5 – Minimum acceptable individual and average ball bond shear values

Tableau 9 – Limites minimales acceptables pour les valeurs individuelles et moyennes de cisaillement du point, applicables au point d'or («gold ball bond») sur métallisation en alliage A1/A1

Diamètre du point (ball)		Cisaillement moyen ¹⁾	Cisaillement individuel minimal (lecture) ²⁾
µm	0,001 pouce	gf (1 gf = 9,82 mN)	gf (1 gf = 9,82 mN)
25,4	1	4,3	3,1
27,9	1,1	5,2	3,8
30,5	1,2	6,2	4,5
33,0	1,3	7,3	5,3
35,6	1,4	8,5	6,2
38,1	1,5	9,7	7,1
40,6	1,6	11,1	8,0
43,2	1,7	12,5	9,1
45,7	1,8	14,0	10,2
48,3	1,9	15,6	11,3
50,8	2	17,3	12,6
53,3	2,1	19,0	13,9
55,9	2,2	20,9	15,2
58,4	2,3	22,9	16,6
61,0	2,4	24,9	18,1
63,5	2,5	27,0	19,6
66,0	2,6	29,2	21,2
68,6	2,7	31,5	22,9
71,1	2,8	33,9	24,6
73,7	2,9	36,3	26,4
76,2	3	38,9	28,3
78,7	3,1	41,5	30,2
81,3	3,2	44,2	32,2
83,8	3,3	47,0	34,2
86,4	3,4	49,9	36,3
88,9	3,5	52,9	38,5
91,4	3,6	56,0	40,7
94,0	3,7	59,1	43,0
96,5	3,8	62,4	45,4
99,1	3,9	65,7	47,8
101,6	4	69,1	50,3
104,1	4,1	72,6	52,8
106,7	4,2	76,2	55,4
109,2	4,3	79,9	58,1
111,8	4,4	83,6	60,8
114,3	4,5	87,5	63,6
116,8	4,6	91,4	66,5
119,4	4,7	95,4	69,4
121,9	4,8	99,5	72,4
124,5	4,9	103,7	75,4
127,0	5	108,0	78,5

¹⁾ Cisaillement moyen minimal basé sur 5,5 gf/(0,001 pouce)² soit environ 0,00853 gf/µm² (0,0837 mN/µm²)

²⁾ Cisaillement individuel minimal basé sur 4,0 gf/(0,001 pouce)² soit environ 0,0062 gf/µm² (0,0608 mN/µm²)

Table 9 – Minimum acceptable individual and average ball bond shear values for gold ball bond on A1/A1 alloy metallization

Ball diameter		Minimum shear average ¹⁾	Minimum individual shear reading ²⁾
μm	0,001 in	gf (1 gf = 9,82 mN)	gf (1 gf = 9,82 mN)
25,4	1	4,3	3,1
27,9	1,1	5,2	3,8
30,5	1,2	6,2	4,5
33,0	1,3	7,3	5,3
35,6	1,4	8,5	6,2
38,1	1,5	9,7	7,1
40,6	1,6	11,1	8,0
43,2	1,7	12,5	9,1
45,7	1,8	14,0	10,2
48,3	1,9	15,6	11,3
50,8	2	17,3	12,6
53,3	2,1	19,0	13,9
55,9	2,2	20,9	15,2
58,4	2,3	22,9	16,6
61,0	2,4	24,9	18,1
63,5	2,5	27,0	19,6
66,0	2,6	29,2	21,2
68,6	2,7	31,5	22,9
71,1	2,8	33,9	24,6
73,7	2,9	36,3	26,4
76,2	3	38,9	28,3
78,7	3,1	41,5	30,2
81,3	3,2	44,2	32,2
83,8	3,3	47,0	34,2
86,4	3,4	49,9	36,3
88,9	3,5	52,9	38,5
91,4	3,6	56,0	40,7
94,0	3,7	59,1	43,0
96,5	3,8	62,4	45,4
99,1	3,9	65,7	47,8
101,6	4	69,1	50,3
104,1	4,1	72,6	52,8
106,7	4,2	76,2	55,4
109,2	4,3	79,9	58,1
111,8	4,4	83,6	60,8
114,3	4,5	87,5	63,6
116,8	4,6	91,4	66,5
119,4	4,7	95,4	69,4
121,9	4,8	99,5	72,4
124,5	4,9	103,7	75,4
127,0	5	108,0	78,5

¹⁾ Average based on 5,5 gf/(0,001 in)² which is approximately 0,00853 gf/μm² (0,0837 mN/μm²)

²⁾ Individual minimum based on 4,0 gf/(0,001 in)² which is approximately 0,0062 gf/μm² (0,0608 mN/μm²)

6.6.6.2 Limites d'acceptabilité pour les soudures d'aluminium en forme de coin

Les soudures en forme de coin d'une pièce doivent être considérées comme acceptables si les valeurs minimales de cisaillement sont égales ou supérieures à la résistance du fil à la traction spécifiée par son fabricant.

6.7 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 décolage des contacts soudés s'il est différent de 90° et valeur minimale de robustesse des contacts soudés correspondante.

7 Essai de résistance de la pastille au cisaillement

7.1 Objet

L'essai de résistance de la pastille au cisaillement a pour but de déterminer la cohérence des matériaux et des méthodes utilisés pour fixer les pastilles à semiconducteurs ou les éléments passifs aux embases de boîtiers ou autres substrats.

NOTE Cette détermination est fondée sur la mesure de la force appliquée à la pastille ou à l'élément et, si une défaillance se produit, sur le type de défaillance découlant de l'application de cette force ainsi que l'aspect de ce qui reste du matériau de fixation et de la métallisation de l'embase ou du substrat. Cette méthode n'est pas applicable aux surfaces de pastilles supérieures à 10 mm².

7.2 Description de l'appareillage d'essai

L'appareillage utilisé pour cet essai consiste en un dispositif d'application de la charge opérant par un mouvement rectiligne ou à l'aide d'un dynamomètre circulaire à levier. Cet appareil doit posséder, en outre:

- a) un outil de contact qui applique une charge uniforme sur le côté de la pastille perpendiculaire au plan de montage de cette dernière sur l'embase ou le substrat (voir figure 8). Un matériau souple solidaire de l'outil de contact peut être utilisé pour permettre une application uniforme de la charge (voir figure 6);
- b) une précision de ± 5 % de la pleine échelle ou 0,5 N, la plus grande des deux tolérances étant retenue;
- c) un moyen d'indication de la charge appliquée;
- d) une installation adaptée à une source lumineuse appropriée permettant l'observation visuelle (par exemple avec un grossissement de 10×) de la pastille et de l'outil de contact pendant l'essai;
- e) une fixation possédant un dispositif capable d'opérer une rotation relative de l'outil de contact et de l'embase ou du substrat, pour permettre l'alignement de l'outil de contact de bout en bout avec le bord de la pastille (voir figure 7).

7.3 Mode opératoire

Une force de cisaillement, suffisante pour séparer la pastille de son support, mais ne dépassant pas toutefois deux fois la résistance au cisaillement minimale spécifiée (voir 7.4), doit être appliquée à la pastille à l'aide de l'appareil décrit en 7.2 ci-dessus compte tenu des précisions suivantes.

6.6.6.2 Acceptable test limits for aluminium wedge bonds

The wedge bonds on a part shall be considered acceptable if the minimum shear values are equal to or greater than the manufacturer's tensile strength of the bond wire.

6.7 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.

7 Die shear strength test

7.1 Object

The object of the die shear strength test is to determine the integrity of materials and procedures used to attach semiconductor dies or passive elements to package headers or other substrates.

NOTE This determination is based on a measure of the force applied to the die or to the element, and, if a failure occurs, the type of failure resulting from the application of force and the visual appearance of the residual die attach media and the header/substrate metallization. This method is not applicable for die areas greater than 10 mm².

7.2 Description of the test apparatus

The apparatus for this test shall consist of a load applying instrument in the form of a linear motion force-applying instrument or a circular dynamometer with a lever arm. In addition it shall have the following:

- a) a contact tool which applies a uniform load to the edge of the die, perpendicular to the die mounting plane of the package or substrate (see figure 8). A compliant material on the contact tool may be used to ensure that the load is applied uniformly (see figure 6);
- b) an accuracy of 5 % of full scale or $\pm 0,5$ N whichever is the greater tolerance;
- c) a means of indicating the load applied;
- d) a facility, fitted with suitable light source, to allow visual observation (e.g. at 10× magnification) of the die and contact tool during testing;
- e) a fixture with rotational capability relative to the die contact tool and package/substrate holding fixture to allow line contact of the tool along the whole edge of the die from end to end (see figure 7).

7.3 Test method

A force sufficient to shear the die from its mounting or equal to twice the minimum specified shear strength (see 7.4), whichever is the smaller, shall be applied to the die using the apparatus of 7.2 above with the following provisions.

- a) Quand on utilise un appareil à mouvement rectiligne, la direction de la force appliquée doit être parallèle au plan de l'embase ou du substrat, et perpendiculaire à la pastille soumise à l'essai.
- b) Quand on utilise un dynamomètre circulaire à levier pour appliquer la force requise pour l'essai, il faut le faire pivoter autour de l'axe du levier et le mouvement doit être parallèle au plan de l'embase ou du substrat et perpendiculaire au bord de la pastille soumise à l'essai. La pièce de contact fixée au levier doit l'être à une distance propre à assurer une valeur précise de la force appliquée.
- c) L'outil de contact avec la pastille doit exercer un effort sur le bord de la pastille sous un angle aussi proche que possible de 90° par rapport à l'embase ou au substrat sur lequel elle est montée (voir figure 8).
- d) Après le contact initial avec le bord de la pastille et pendant l'application de la force, l'outil ne doit pas se déplacer verticalement par rapport à la pastille et venir en contact avec l'embase ou le substrat, ou le matériau de fixation de la pastille. Si l'outil glisse par dessus la pastille, on peut soit prendre une nouvelle pastille, soit replacer la pastille, à condition de satisfaire aux exigences du point c) en 7.3.

7.4 Critères de défaillance

La force d'attachement d'une pastille doit être considérée comme ne satisfaisant pas à l'essai dans l'un quelconque des cas suivants:

- a) sauf prescription contraire dans la spécification applicable, séparation de la pastille de l'embase ou du substrat à une force non supérieure aux limites suivantes:
 - 1) $4,1 \text{ mm}^2 \leq \text{surface pastille} \leq 10 \text{ mm}^2$: 25 N;
 - 2) $\text{surface pastille} < 4,1 \text{ mm}^2$: 6,1 N par mm^2 de surface de la pastille;
 - 3) $\text{surface pastille} > 10 \text{ mm}^2$: Non applicable (voir 7.1);
- b) séparation pour une valeur inférieure à 1,25 fois la force minimale spécifiée en a) ci-dessus et évidence que moins de 50 % du matériau de fixation était adhérent;
- c) séparation pour une valeur inférieure à 2 fois la force minimale spécifiée en a) ci-dessus et évidence que moins de 10 % du matériau de fixation était adhérent.

NOTE Des parties résiduelles de matériau de la pastille attachées en divers endroits du matériau de fixation constituent l'évidence d'une telle adhésion.

7.5 Exigences

Lorsque cela est spécifié, la force nécessaire pour obtenir la séparation ainsi que la catégorie de séparation observée doivent être notées.

7.5.1 Catégories de séparation

- a) Cisaillement de la pastille avec parties résiduelles de matériau de pastille restant attachées.
- b) Séparation de la pastille du matériau de fixation de la pastille.
- c) Séparation de la pastille et du matériau de fixation.

7.6 Renseignements à donner dans la spécification applicable

Si cet essai est exigé dans la spécification applicable, les renseignements suivants doivent être fournis:

- résistance minimale de la fixation de la pastille, si elle diffère de celle que donnent les expressions du point a) en 7.4;
- nombre de dispositifs à essayer et critères d'acceptation;
- exigences pour l'enregistrement des données, si applicables (voir 7.5).

- a) When a linear motion force-applying instrument is used, the direction of the applied force shall be parallel with the plane of the header or substrate and perpendicular to the die being tested.
- b) When a circular dynamometer with a lever arm is employed to apply the force required for testing, it shall be pivoted about the lever arm axis and the motion shall be parallel with the plane of the header or substrate and perpendicular to the edge of the die being tested. The contact tooling attached to the lever arm shall be at a proper distance to ensure an accurate value of applied force.
- c) The die contact tool shall load against an edge of the die which most closely approximates a 90° angle with the base of the header or substrate to which it is bonded (see figure 8).
- d) After initial contact with the die edge and during the application of force, the contact tool shall not move vertically with respect to the die such that contact is made with the header/substrate or die attach media. If the tool rides over the die, a new die may be substituted or the die may be repositioned, provided that the requirements of item c) in 7.3 are met.

7.4 Failure criteria

The strength of attachment of a die shall be considered to have failed the test if any of the following criteria exists:

- a) Unless otherwise specified in the relevant specification, die separation at a force not greater than the following:
 - 1) $4,1 \text{ mm}^2 \leq \text{die area} \leq 10 \text{ mm}^2$: 25 N;
 - 2) $\text{die area} < 4,1 \text{ mm}^2$: 6,1 N per mm^2 of die area;
 - 3) $\text{die area} > 10 \text{ mm}^2$: Not applicable (see 7.1);
- b) die separation at a force less than 1,25 times that in a) above and evidence of less than 50 % adhesion of the die attach medium to the die;
- c) die separation at a force less than 2 times that in a) above and evidence of less than 10 % adhesion of the die attach medium to the die.

NOTE Residual die material attached in discrete areas of the die attach medium should be considered as evidence of such adhesion.

7.5 Requirements

When specified, the force required to achieve separation and the category of the separation shall be recorded.

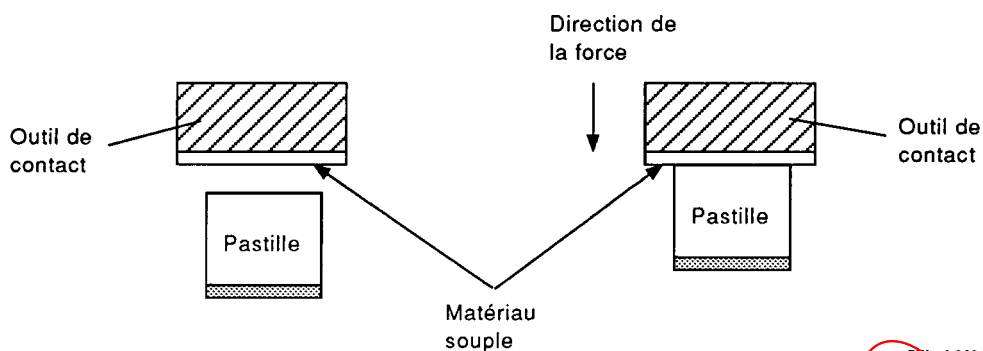
7.5.1 Categories of separation

- a) Shearing of die with residual die material remaining.
- b) Separation of die from die attach medium.
- c) Separation of die and die attach medium from package.

7.6 Information to be given in the relevant specification

When this test is required in the relevant specification, the following details shall be given:

- minimum die attach strength if other than that given by the expressions in item a) of 7.4;
- number of devices to be tested and acceptance criteria;
- requirements for data recording, when applicable (see 7.5).



CEI 1030/93

NOTE La charge est distribuée sur le bord de pastille irrégulier par l'intermédiaire d'un matériau souple.

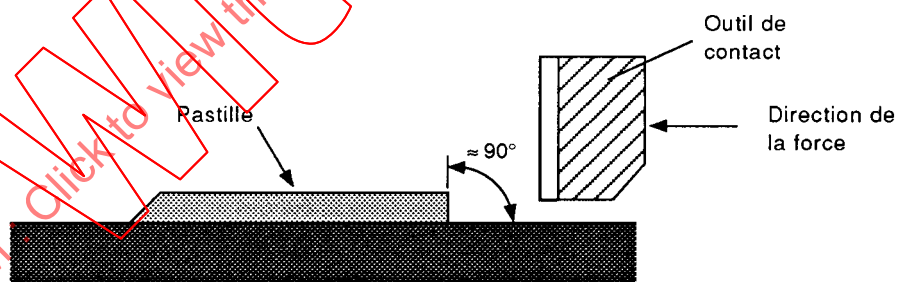
Figure 6 – Distribution de la charge sur un bord de pastille (vue de dessus)



CEI 1031/93

NOTE Le parallélisme peut être réalisé par la rotation de l'outil de contact ou du dispositif

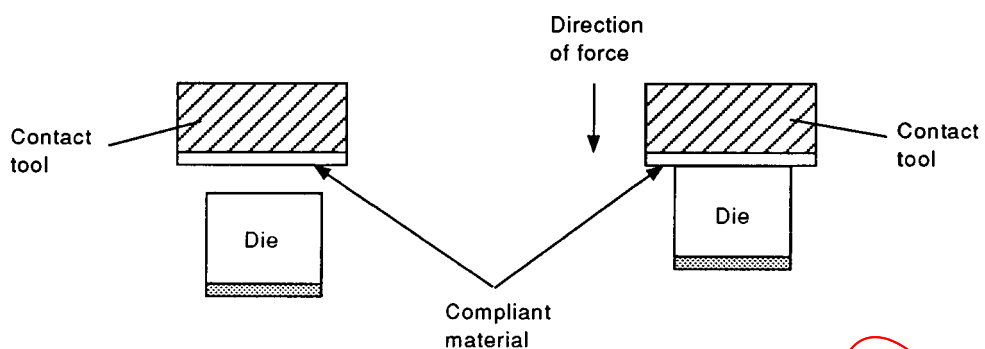
Figure 7 – Alignement de l'outil avec la pastille (vue de dessous)



CEI 1032/93

NOT L'outil de contact doit appliquer l'effort sur le bord de la pastille qui est perpendiculaire à l'embase ou au substrat.

Figure 8 – Choix du bord de la pastille pour la mise en contact avec l'outil (vue de côté)



IEC 1 030/93

NOTE A compliant interface on the contact tool distributes the load to the irregular edge of the die.

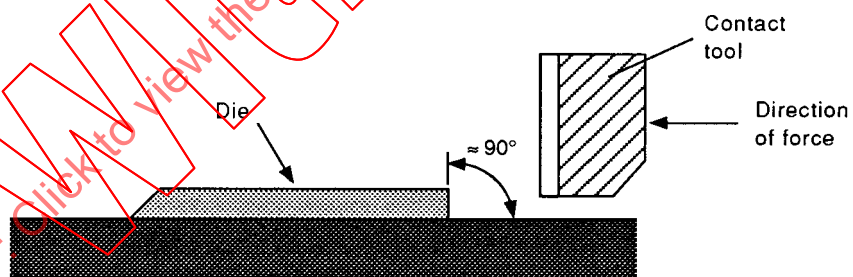
Figure 6 – Compliant interface on contact tool (plane view)



IEC 1 031/93

NOTE The die contact tool or the device may be rotated to ensure parallel alignment.

Figure 7 – Alignment of tool with die (plane view)



IEC 1 032/93

NOTE The contact tool is loaded against the edge of the die which is perpendicular to the header/substrate.

Figure 8 – Choice of die edge for application of contact tool (elevation)

CHAPITRE 3: 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 CEI 60747-1, chapitre 4, article 5;
- pour les circuits intégrés, dans la CEI 60748-1, chapitre 4, article 5.

1 Variations de températures

Référence: CEI 60068-2-14.

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 semi-conducteurs*;
- haute température T_B : température de stockage maximale du dispositif à semi-conducteurs*;
- 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 a été atteint dans les autres cas. De toute façon, l'échantillon doit attendre l'équilibre thermique en moins de 20 min;
- il est permis d'utiliser un matériel automatique, auquel cas le temps de transfert t_2 doit être inférieur à 1 min, sinon c'est le temps de transfert normalisé (2 min à 3 min) qui doit être appliqué;
- 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 3: 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 60747-1, chapter 4, clause 5;
- for integrated circuits from IEC 60748-1, chapter 4, clause 5.

1 Change of temperature

Reference: IEC 60068-2-14.

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;
- the use of automatic equipment is permitted, in which case the transition time t_2 shall be less than 1 min; otherwise the standard transition time (2 min to 3 min) shall apply;
- 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/+100 °C
- 55 °C/+125 °C
- 65 °C/+150 °C
- 65 °C/+200 °C
- T_{stgmin}/T_{stgmax}

2 Stockage (à haute température)

Référence: CEI 60068-2-48.

Les spécimens doivent être stockés à la température de stockage maximale (T_{stgmax}) indiquée dans la spécification applicable. Sauf spécification contraire dans la spécification applicable, la durée de l'essai est choisie parmi celles que donnent la CEI 60747-1, chapitre VII, section trois, 2.2.1, pour les dispositifs discrets et, pour les circuits intégrés, la CEI 60748-1, 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: CEI 60068-2-13.

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 spécifié 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 dans la présente publication);
- h) mesures finales: comme spécifié dans la spécification applicable.

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/+100 °C
- 55 °C/+125 °C
- 65 °C/+150 °C
- 65 °C/+200 °C
- $T_{\text{stgmin}}/T_{\text{stgmax}}$

2 Storage (at high temperature)

Reference: IEC 60068-2-48.

The specimens shall be stored at the maximum storage temperature (T_{stgmax}) 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 IEC 60747-1, chapter VII, section three, subclause 2.2.1, for discrete devices and, for integrated circuits, in IEC 60748-1, chapter VII, section three, subclause 2.2.1.

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

3 Low air pressure

Reference: IEC 60068-2-13.

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 1 000 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 in this publication);
- h) final measurements, as specified in the relevant specification.

4A Essai continu de chaleur humide

Référence: CEI 60068-2-3.

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

4A.1 Modifier comme suit l'article 1 de l'essai Ca:

1. *Objet:* Juger de l'aspect extérieur (par exemple la finition de surface) de dispositifs à semiconducteurs à l'aide de chaleur humide non saturée.

4A.2 Modifier comme suit l'article 6 de l'essai Ca:

6. Renseignements à donner dans la spécification particulière
 - a) Méthode de préconditionnement: néant.
 - b) Vérifications à effectuer avant l'essai:
 - essais mécaniques: néant;
 - essais électriques: néant;
 - examen visuel.
 - c) Avant de l'introduire dans l'enceinte, le dispositif doit être porté à une température supérieure à celle de l'enceinte (pour éviter toute condensation sur le dispositif); il est également possible de mettre l'enceinte à la température ambiante avant d'y introduire les dispositifs.
 - d) Sévérités: 10, 21 ou 56 jours, de préférence 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 au(x) moment(s) de leur exécution: néant.
 - g) Précautions particulières pour retirer l'humidité de surface, s'il y a lieu.
 - h) Reprise: après achèvement de l'épreuve et avant les mesures finales, les spécimens doivent être placés pendant au moins 1 h et au plus 2 h dans les conditions normalisées d'essai (voir chapitre 1, article 4) et à la pression atmosphérique normale, sauf prescription contraire indiquée dans la spécification particulière.
 - i) 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 épreuve de corrosion et la lisibilité du marquage doivent être effectués.

NOTE 1 Il convient que cet essai ne soit pas utilisé pour juger de l'aspect intérieur des dispositifs à semi-conducteurs.

NOTE 2 La pression de vapeur associée à cet essai est de l'ordre de 70 hPa.

4B Essai continu, accéléré, de chaleur humide

4B.1 Objet

Cet essai continu de chaleur humide a pour but d'évaluer, de manière accélérée, la résistance des dispositifs, sans cavité interne ou à cavité à scellement époxyde, aux dégradations dues à la chaleur humide, et d'évaluer l'effet de la chaleur humide lorsqu'elle est combinée avec une polarisation. Cet essai n'est pas destiné à évaluer les effets extérieurs de la corrosion.

NOTE Dispositif sans cavité interne: voir la définition au chapitre 1, article 1 de la présente norme.

4A Damp heat, steady state

Reference: IEC 60068-2-3.

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

4A.1 Amend clause 1 of Test Ca to read:

1. *Object:* To assess, using unsaturated damp heat, the external aspect (such as surface finish) of semiconductor devices.

4A.2 Amend clause 6 of Test Ca to read:

6 Information to be given in the detail specification

- a) Pre-conditioning procedure: none.
- b) Checks to be made prior to the test:
 - mechanical tests: none;
 - electrical tests: none;
 - visual examination.
- c) Prior to the introduction of the device into the chamber, the device shall be heated to a temperature greater than that of the chamber, so as to avoid condensation on the device; as an alternative, the chamber may be brought to ambient temperature prior to introduction of devices into it.
- d) Severities: 10, 21 or 56 days: 21 and 56 days to be preferred.
- 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: upon completion of the conditioning, and prior to the final measurements, the specimens shall be subjected to standard atmospheric conditions for testing (see chapter 1, clause 4) for no less than 1 h and no more than 2 h, unless otherwise stated in the detail specification.
- i) Checks to be made after recovery: electrical tests as called for in the detail specification are to be performed within 24 h. When stated in the detail specification, visual examination for corrosion and legibility of marking is to be performed.

NOTE 1 This test should not be used to assess the internal aspect of semiconductor devices.

NOTE 2 The vapour pressure associated with this test is of the order of 70 hPa.

4B Damp heat, steady state, accelerated

4B.1 Object

This steady-state damp heat test is performed to assess, in an accelerated manner, the resistance of non-cavity or epoxy-sealed cavity devices to the degradation due to damp heat and to assess the effect of damp heat when combined with bias. This test is not intended to assess external effects of corrosion.

NOTE Non-cavity device: see definition in chapter I, clause 1 of this standard.

4B.2 Description générale

Cet essai consiste à soumettre les spécimens à des niveaux élevés de chaleur humide non saturée pendant des périodes de 168 h à 1 000 h, selon la sévérité. Si cela est spécifié, on applique une tension de polarisation.

Les dégradations résultent de l'absorption de 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.

4B.3 Enceinte d'essai

L'enceinte d'essai doit être construite de façon que:

- la température et l'humidité dans l'enceinte soient surveillées grâce à des capteurs placés dans l'espace de travail;
- la température et l'humidité relative dans l'espace de travail soient uniformes et maintenues à ± 2 °C de la température spécifiée et à ± 5 % de l'humidité relative spécifiée;

NOTE La tolérance de ± 2 °C sur la température est destinée à tenir compte des erreurs absolues de mesure, des variations lentes de température et des écarts de température dans l'espace de travail. Il est nécessaire de limiter les fluctuations brèves de température à $\pm 0,5$ °C pour maintenir l'humidité requise.

- l'eau de condensation soit drainée de l'enceinte de façon continue et ne soit pas réutilisée avant d'être de nouveau purifiée;
- l'eau de condensation ne puisse pas tomber sur les spécimens.

L'eau d'alimentation doit avoir une résistivité au moins égale à 500 Ω m.

4B.4 Sévérités

Tableau 10

Conditions d'essai (voir note)		Durée				
Température	Humidité relative	Sévérité 1	Sévérité 2	Sévérité 3	Sévérité 4	Sévérité 5
85 ± 2 °C	85 ± 5 %	168 h $\pm$ 16 h	504 h $\pm$ 48 h	1000 h $\pm$ 96 h	2000 h $\pm$ 192 h	5000 h $\pm$ 432 h
NOTE La pression de valeur résultante est de l'ordre de 500 hPa.						

4B.5 Tension de polarisation

- a) Si cela est spécifié, on applique au spécimen une tension de polarisation pendant l'épreuve. Des règles permettant de déterminer la configuration du circuit qui convient à l'application de la polarisation sont données ci-dessous par ordre décroissant d'importance (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 des circuits numériques, les entrées adjacentes d'une même porte sont l'une dans l'état haut, l'autre dans l'état 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 autorisée entre deux lignes de métallisation adjacentes sur la pastille.

Lorsque la dissipation des dispositifs ne peut être abaissée en dessous de 100 mW, il faut appliquer la tension de polarisation de façon intermittente. La durée des périodes sous tension et hors tension doit être spécifiée, de préférence 1 h sous tension et 3 h hors tension.

4B.2 General description

This test subjects the specimens to high levels of unsaturated damp heat for periods of 168 h to 1 000 h, depending on the severity. If specified, bias voltage is applied.

Degradation results from absorption of water vapour by the encapsulation materials and presence of moisture films or penetration of moisture along physical junctions.

4B.3 Testing chamber

The chamber shall be so constructed that:

- the temperature and humidity of the chamber are monitored by means of sensing devices located in the working space;
- the temperature and relative humidity in the working space are uniform and maintained at ± 2 °C of the specified temperature and ± 5 % of the specified relative humidity;

NOTE The temperature tolerance of ± 2 °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 short term fluctuation within $\pm 0,5$ °C to maintain the required humidity.

- condensed water is continuously drained from the chamber and not used again until it has been repurified;
- condensed water cannot fall on the specimens.

The supply water shall have a resistivity not less than 500 Ωm .

4B.4 Severities

Table 10

Test conditions (see note)		Duration				
Temperature	Relative humidity	Severity 1	Severity 2	Severity 3	Severity 4	Severity 5
85 ± 2 °C	85 ± 5 %	$168 \text{ h} \pm 16 \text{ h}$	$504 \text{ h} \pm 48 \text{ h}$	$1000 \text{ h} \pm 96 \text{ h}$	$2000 \text{ h} \pm 192 \text{ h}$	$5000 \text{ h} \pm 432 \text{ h}$
NOTE The resulting vapour pressure is of the order of 500 hPa.						

4B.5 Bias voltage

a) When specified, the specimen shall have a voltage bias applied during exposure. Guidelines for determining the appropriate circuit configuration for bias applications 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.

Where the dissipation of the devices cannot be reduced below 100 mW, the bias voltage shall be applied intermittently. The on-off periods shall be specified, preferably 1 h on and 3 h off.

- b) La tension de polarisation doit être appliquée aux spécimens pendant une durée totale égale à la durée d'essai spécifiée.

Quand la polarisation intermittente est utilisée, la durée totale d'essai (c'est-à-dire en additionnant les périodes sous tension et hors tension) doit être la même que celle qui est spécifiée pour l'essai non intermittent.

- 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'essai donnés, qu'aucune variation significative des caractéristiques n'a lieu lorsque le dispositif se refroidit sans polarisation appliquée.

4B.6 Mode opératoire

4B.6.1 Mesures initiales

Avant l'épreuve, les mesures spécifiées doivent être faites dans les conditions atmosphériques normalisées ou comme spécifié.

4B.6.2 Epreuve

Les spécimens à essayer doivent être placés à 30 mm au moins des parois internes de l'enceinte et ne doivent pas être soumis au rayonnement direct des éléments chauffants.

4B.6.3 Reprise

Après achèvement de l'épreuve et avant les mesures finales, les spécimens doivent être placés pendant au moins 1 h et au plus 2 h dans les conditions normalisées d'essai (voir chapitre 1, article 4) et à la pression atmosphérique normale, sauf prescription contraire indiquée dans la spécification particulière.

4B.6.4 Mesures finales

Le spécimen doit être soumis à un examen visuel et à des vérifications électriques et mécaniques, selon les prescriptions de la spécification particulière.

Les mesures peuvent être commencées à tout moment à l'issue de la période de reprise, mais elles doivent être toutes terminées dans les 8 h qui suivent la reprise.

4B.7 Renseignements à donner dans la spécification particulière

Lorsque cet essai est inclus dans une spécification particulière, les détails suivants doivent être donnés s'il y a lieu:

	Paragraphe
a) Sévérité	4B.4
b) Tension de polarisation (si spécifié)	4B.5
c) Périodes sous tension et hors tension, si applicable	4B.5
d) Mesures initiales	4B.6.1
e) Mesures finales	4B.6.4

- b) Bias voltage shall be applied to the specimens for a total time equal to the specified test duration.

The total test duration, when using intermittent bias, shall be the same (that is including on and off periods) as specified for the non-intermittent test.

- c) The voltage bias(es) shall continue to be applied to specimens until they have cooled to room temperature, 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.

4B.6 Testing procedure

4B.6.1 Initial measurements

Prior to exposure, the specified measurements shall be made at standard atmospheric conditions for testing or as specified.

4B.6.2 Conditioning

The specimens under test are placed at a minimum distance of 30 mm from the chamber internal surfaces and shall not be submitted to radiant heat from the heaters.

4B.6.3 Recovery

Upon completion of the conditioning, and prior to the final measurements, the specimens shall be subjected to standard conditions for testing (see chapter I, clause 4) and normal atmospheric pressure for no less than 1 h and no more than 2 h, unless otherwise stated in the detail specification.

4B.6.4 Final measurements

The specimen shall be visually inspected and electrically and mechanically checked as required in the detail specification.

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

4B.7 Information to be given in the detail specification

When this test is included in the relevant specification, the following details shall be given as far as they are applicable:

	Subclause
a) Severity	4B.4
b) Bias voltage (when specified)	4B.5
c) On-off periods, if applicable	4B.5
d) Initial measurements	4B.6.1
e) Final measurements	4B.6.4

4C Essai continu, fortement accéléré, de chaleur humide

4C.1 Objet

Cet essai continu de chaleur humide en vapeur non saturée et sous pression a pour but d'évaluer, de façon fortement accélérée, la résistance de dispositifs sans cavité interne aux dégradations dues à la chaleur humide, et d'évaluer l'effet de la chaleur humide lorsqu'elle est combinée avec une polarisation. Cet essai n'est pas destiné à évaluer les effets extérieurs de la corrosion.

4C.2 Description générale

L'essai consiste à soumettre les spécimens à des niveaux élevés de chaleur humide non saturée pendant des périodes relativement courtes. Si cela est spécifié, on applique une tension de polarisation au spécimen.

Les sévérités d'essai sont déterminées par la température, l'humidité relative et la durée. Il convient de faire attention à ne pas atteindre la température inférieure de recuit du matériau d'encapsulation.

Les dégradations résultent de l'absorption de 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.

4C.3 Enceinte d'essai

L'enceinte doit résister à l'humidité sous pression (autoclave) et être construite de façon que:

- elle puisse produire de la vapeur sèche sous des pressions dépassant 1 000 hPa et conformes aux valeurs indiquées dans le paragraphe 4C.4;
- la température et l'humidité dans l'enceinte soient surveillées grâce à des capteurs convenablement placés dans l'enceinte;
- la température et l'humidité relative dans l'espace de travail soient uniformes et maintenues dans les tolérances données au paragraphe 4C.4;
- l'eau de condensation ne puisse tomber sur les spécimens;
- l'eau ait une résistivité d'au moins 500 Ωm .

4C.4 Sévérités

Tableau 11

Variante	Conditions d'essai		Durée		
	Température	Humidité relative	Sévérité 1	Sévérité 2	Sévérité 3
A	110 $\pm$ 2 °C	85 $\pm$ 5 %	408 h	192 h	96 h
B	120 $\pm$ 2 °C	85 $\pm$ 5 %	192 h	96 h	48 h
C	130 $\pm$ 2 °C	85 $\pm$ 5 %	96 h	48 h	24 h
NOTE Les pressions de vapeur sont de l'ordre de 1 200 hPa, 1 700 hPa et 2 300 hPa pour les variantes A, B et C respectivement.					

4C Damp heat, steady-state, highly accelerated

4C.1 Object

This steady-state damp heat test is performed with unsaturated and pressurized vapour to assess, in a highly accelerated manner, the resistance of non-cavity devices to the degradation due to damp heat and to assess the effect of damp heat, when combined with bias. This test is not intended to assess external effects of corrosion.

4C.2 General description

This test subjects the specimens to very high levels of unsaturated damp heat for relatively short periods. If specified, bias voltage is applied.

Test severities are determined by temperature, relative humidity and duration. Care should be taken not to reach the glass transition temperature of the encapsulating material.

Degradation results from absorption of water vapour by the encapsulation materials and presence of moisture films or penetration of moisture along physical junctions.

4C.3 Testing chamber

The chamber shall be a humidity/pressure vessel (autoclave) so constructed that:

- it can produce vapour pressures in excess of 1 000 hPa, without saturation and in conformance with the values given in subclause 4C.4;
- the temperature and humidity of the chamber are monitored by means of sensing devices appropriately located in the chamber;
- the temperature and relative humidity in the working space are uniform and maintained within the tolerances given in subclause 4C.4;
- condensed water cannot fall on the specimens;
- the water shall have a resistivity of no less than 500 Ωm .

4C.4 Severities

Table 11

Variant	Test conditions		Duration		
	Temperature	Relative humidity	Severity 1	Severity 2	Severity 3
A	$110 \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$	$85 \pm 5\%$	408 h	192 h	96 h
B	$120 \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$	$85 \pm 5\%$	192 h	96 h	48 h
C	$130 \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$	$85 \pm 5\%$	96 h	48 h	24 h
NOTE The vapour pressures are approximately 1 200 hPa, 1 700 hPa or 2 300 hPa for variants A, B and C respectively.					

4C.5 Tensions de polarisation

a) Si cela est spécifié, une tension de polarisation située dans la gamme des tensions de fonctionnement sera appliquée aux spécimens pendant l'épreuve compte tenu des impératifs de sécurité. Des règles permettant de réaliser la configuration du circuit qui convient à l'application de la polarisation sont données ci-dessous par ordre décroissant d'importance (voir note):

- puissance la plus faible possible;
- tension la plus élevée possible;
- différence de tension la plus élevée possible entre deux lignes de métallisation adjacentes (par exemple, dans le cas de circuits numériques, les entrées adjacentes d'une même porte seraient l'une dans l'état HAUT, l'autre dans l'état 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) Lorsque la dissipation des dispositifs ne peut être abaissée en dessous de 100 mW, il convient d'appliquer la tension de polarisation de façon intermittente. La durée des périodes sous tension et hors tension doit être spécifiée, de préférence 1 h sous tension et 3 h hors tension.

c) La tension de polarisation doit être appliquée aux spécimens pendant une durée totale égale à la durée d'essai spécifiée.

Lorsque la polarisation intermittente est utilisée, la durée totale d'essai (c'est-à-dire en additionnant les périodes sous tension et hors tension) doit être la même que celle qui est spécifiée pour l'essai non intermittent.

d) 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 les dispositifs et les conditions d'essai donnés, qu'aucune variation significative des caractéristiques n'a lieu lorsque le dispositif se refroidit sans polarisation appliquée.

4C.6 Mode opératoire

4C.6.1 Mesures initiales

Le spécimen doit être examiné visuellement et soumis aux vérifications électriques et mécaniques prescrites par la spécification particulière.

4C.6.2 Epreuve

- Les spécimens à essayer doivent être placés à 30 mm au moins des parois internes de l'enceinte et ne pas être soumis au rayonnement direct des éléments chauffants.
- L'enceinte est d'abord chauffée à la température de l'eau bouillante et maintenue à la pression atmosphérique pendant 10 min.
- L'enceinte est alors portée à la température d'essai requise de façon que la vapeur d'eau reste non saturée.
- La période d'essai commence au moment où la pression, l'humidité et la température sont stabilisées. Le chauffage et la stabilisation ne doivent pas prendre plus de 3 h.
- La tension de polarisation est appliquée après la période de stabilisation.
- Les sources de chaleur et d'humidité sont ensuite coupées successivement, l'enceinte est dépressurisée et les spécimens doivent être retirés de l'enceinte dans les 2 h qui suivent (voir aussi 4C.5 d)).

4C.5 Bias voltages

a) When specified, the specimen will have a voltage bias applied during exposure, within the operating range, taking into account safety requirements. Guidelines for determining the 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;
- 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) Where the dissipation of the specimens cannot be reduced below 100 mW, the bias voltage should be applied intermittently. The on-off periods shall be specified, preferably 1 h on and 3 h off.

c) Bias voltage shall be applied to the specimens for a total time equal to the specified test duration.

The total test duration, when using intermittent bias, shall be the same (that is including on and off periods) as specified for the non-intermittent test.

d) The voltage bias(es) shall continue to be applied to specimens until they have cooled to room temperature, 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.

4C.6 Testing procedure

4C.6.1 Initial measurements

The specimen shall be visually inspected and electrically and mechanically checked as required in the detail specification.

4C.6.2 Conditioning

- The specimens under test are placed at a minimum distance of 30 mm from the chamber internal surfaces and shall not be submitted to radiant heat from the heaters.
- The chamber is first heated to the temperature of boiling water and kept for 10 min at atmospheric pressure.
- The chamber is then heated to the required test temperature, in such a way that the water vapour remains unsaturated.
- The test duration shall be counted from the moment when pressure, humidity and temperature become stabilized. Heating and stabilization shall be achieved within 3 h.
- The bias voltage is switched on after the stabilization period.

The sources of heat and humidity shall successively be switched off, the pressure is dropped and the specimens removed from the chamber within 2 h (see also 4C.5 d)).

4C.6.3 Reprise

Après achèvement de l'épreuve et avant les mesures finales, les spécimens doivent être placés pendant au moins 1 h et au plus 2 h dans les conditions normalisées d'essai (voir chapitre 1, article 4) et à la pression atmosphérique normale, sauf prescription contraire indiquée dans la spécification particulière.

4C.6.4 Mesures finales

Le spécimen doit être soumis aux vérifications électriques et mécaniques prescrites par la spécification particulière.

Les mesures peuvent être commencées à tout moment à l'issue de la période de reprise mais elles doivent toutes être terminées dans les 8 h qui suivent la reprise.

4C.7 Renseignements à donner dans la spécification particulière

Quand cet essai est inclus dans une spécification particulière, les détails suivants doivent être donnés dans la mesure où ils sont applicables:

	Paragraphe
a) Variante A, B ou C	4C.4
b) Sévérité 1, 2 ou 3	4C.4
c) Tension de polarisation	4C.5
d) Périodes sous tension et hors tension, si applicable	4C.5
e) Mesures initiales	4C.6.1
f) Mesures finales	4C.6.4

5 Etanchéité

5.1 Définitions générales

5.1.1 Unités de pression

Le Système International d'Unités (SI) recommande l'utilisation du pascal (Pa) comme unité de pression. Cependant, les unités communément utilisées sont l'atmosphère absolue ou le bar (où 1 atmosphère absolue = 1 bar = 10^5 Pa). L'unité utilisée dans cette méthode d'essai est le pascal, le bar étant utilisé comme alternative.

5.1.2 Taux de fuite normalisé

Le taux de fuite normalisé est défini comme étant la quantité d'air sec à 25 °C exprimée en pascals (bars) centimètres cubes s'écoulant par seconde à travers une fuite ou des chemins de fuite multiples quand le coté à haute pression est à 10^5 Pa (1 bar) et le coté à basse pression est à une pression inférieure ou égale à 10^2 Pa (10^{-3} bar). Le taux de fuite normalisé doit être exprimé en pascals centimètres cubes par seconde (bars centimètres cubes par seconde).

5.1.3 Taux de fuite mesuré

Le taux de fuite mesuré $R_{(He)}$ est défini comme étant le taux de fuite d'un boîtier donné, mesuré dans des conditions spécifiées et en employant un moyen d'essai spécifié. Le taux de fuite mesuré doit être exprimé en pascals centimètres cubes par seconde (bars centimètres cubes par seconde). Pour permettre la comparaison avec les taux déterminés par d'autres méthodes d'essai, les taux de fuite mesurés doivent être convertis en taux de fuite normalisés équivalents.

4C.6.3 Recovery

Upon completion of the conditioning and prior to the final measurements, the specimens shall be subjected to standard conditions for testing (see chapter 1, clause 4) and normal atmospheric pressure for no less than 1 h and no more than 2 h, unless otherwise stated in the detail specification.

4C.6.4 Final measurements

The specimen shall be electrically and mechanically checked as required in the detail specification.

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

4C.7 Information to be given in the detail specification

When the test is included in the detail specification, the following details shall be given as far as they are applicable:

	Subclause
a) Variant A, B or C	4C.4
b) Severity 1, 2 or 3	4C.4
c) Bias voltage	4C.5
d) On-off periods, if applicable	4C.5
e) Initial measurements	4C.6.1
f) Final measurements	4C.6.4

5 Sealing

5.1 General terms

5.1.1 Units of pressure

The International System of Units (SI) recommends the use of the pascal (Pa) as the unit of pressure. The commonly used units are, however, the absolute atmosphere or the bar (where 1 absolute atmosphere = 1 bar = 10^5 Pa). The unit used in this test method is the pascal with the bar used as an alternative.

5.1.2 Standard leak rate

The standard leak rate is defined as that quantity of dry air at 25 °C in pascals (bars) cubic centimeters flowing through a leak or multiple leak paths per second when the high-pressure side is at 10^5 Pa (1 bar) and the low-pressure side is at a pressure of not greater than 10^2 Pa (10^{-3} bar). The standard leak rate shall be expressed in units of pascals cubic centimetres per second (bars cubic centimetres per second).

5.1.3 Measured leak rate

The measured leak rate $R_{(\text{He})}$ is defined as the leak rate of a given package as measured under specified conditions and employing a specified test medium. The measured leak rate shall be expressed in units of pascals cubic centimetres per second (bars cubic centimetres per second). For the purpose of comparison with rates determined by other methods of testing, the measured leak rates must be converted to equivalent standard leak rates.

5.1.4 Taux de fuite normalisé équivalent

Le taux de fuite normalisé équivalent (L) d'un boîtier donné, avec un taux de fuite mesuré $R_{(He)}$, est défini comme étant le taux de fuite du même boîtier avec la même géométrie de fuite, qui existerait dans les conditions normalisées de 5.1.2. La formule en 5.4.3 (qui ne s'applique pas à la condition d'essai 5.3) représente le rapport L/R et donne le taux de fuite normalisé équivalent (L) du boîtier avec un taux de fuite mesuré $R_{(He)}$, lorsque le volume du boîtier et les paramètres de conditionnement de l'essai de fuite influencent la valeur mesurée de $R_{(He)}$. Le taux de fuite normalisé équivalent doit être exprimé en pascals centimètres cubes par seconde (bars centimètres cubes par seconde).

5.2 Essai de pression à la bombe

Référence: CEI 60068-2-17.

Cet essai doit être conforme à l'essai QI, avec les prescriptions spécifiques suivantes:

- liquide d'essai: 95 % d'alcool méthylique et 5 % d'eau, avec addition de détergent;
- température du liquide d'essai: $25\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$;
- pression: $4,5 \cdot 10^5\text{ Pa}$ (4,5 bar);
- durée du conditionnement: 16 h;
- liquide de nettoyage: eau désionisée;
- reprise: entre deux jours et deux semaines.

NOTE Il n'est pas recommandé d'utiliser cet essai pour les dispositifs à semiconducteurs (voir annexe F de la CEI 60068-2-17).

5.3 Détection des microfuites: méthode au krypton radioactif

Référence: néant.

5.3.1 Objet

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

Cette méthode est préconisée pour les composants conçus pour être 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 fuite normalisés équivalents inférieurs à $1\text{ Pa}\cdot\text{cm}^3\cdot\text{s}^{-1}$ ($10^{-5}\text{ bar}\cdot\text{cm}^3\cdot\text{s}^{-1}$).

5.3.2 Description générale

5.3.2.1 Les valeurs numériques données sont applicables lorsque le krypton 85 est utilisé comme gaz traceur et pour une limite de taux de fuite normalisé équivalent de l'ordre de $5 \times 10^{-3}\text{ Pa}\cdot\text{cm}^3\cdot\text{s}^{-1}$ ($5 \times 10^{-8}\text{ bar}\cdot\text{cm}^3\cdot\text{s}^{-1}$). L'utilisation d'autres gaz traceurs nécessiterait d'autres valeurs numériques.

5.3.2.2 Equipement

L'équipement pour cet essai comporte un réservoir de gaz traceur radioactif d'activation et un dispositif de comptage d'une sensibilité suffisante pour déterminer le niveau de rayonnement du gaz traceur dans le composant.

5.1.4 Equivalent standard leak rate

The equivalent standard leak rate (L) of a given package, with a measured leak rate $R_{(\text{He})}$, is defined as the leak rate of the same package with the same leak geometry, that would exist under the standard conditions of 5.1.2. The formula in 5.4.3 (which does not apply to test condition 5.3) represents the L/R ratio and gives the equivalent standard leak rate (L) of the package with a measured leak rate $R_{(\text{He})}$, where the package volume and leak test conditioning parameters influence the measured value of $R_{(\text{He})}$. The equivalent standard leak rate shall be expressed in units of units of pascals cubic centimetres per second (bars cubic centimeters per second).

5.2 Bomb pressure test

Reference: IEC 60068-2-17.

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

- test liquid: 95 % methyl alcohol and 5 % water mixture, with addition of a detergent;
- temperature of the test liquid: $25\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$;
- pressure: $4,5 \cdot 10^5\text{ Pa}$ (4,5 bar);
- duration of conditioning: 16 h;
- cleaning liquid: de-ionized water;
- recovery: between two days and two weeks.

NOTE The use of this test is not recommended for semiconductor devices (see annex F to IEC 60068-2-17).

5.3 Fine leak detection: radioactive krypton method

Reference: none.

5.3.1 Object

To determine the leak rate of a semiconductor device by measuring the radiation level present within the device after it has 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 $1\text{ Pa} \cdot \text{cm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ($10^{-5}\text{ bar} \cdot \text{cm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$).

5.3.2 General description

5.3.2.1 The numerical values given are applicable for krypton 85 tracer gas and for equivalent standard leak rate limit in the order of $5 \times 10^{-3}\text{ Pa} \cdot \text{cm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ($5 \times 10^{-8}\text{ bar} \cdot \text{cm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$). The use of other tracer gases would require other numerical values.

5.3.2.2 Equipment

Equipment for this test consists of a radioactive tracer activation tank and a counting station with sufficient sensitivity to determine the radiation level of the tracer gas inside the device.

L'équipement fonctionne avec un mélange de gaz traceurs constitué d'azote sec et de krypton 85 ayant une activité spécifiée (minimum: 100 $\mu\text{Ci}\cdot\text{cm}^{-3}$) dans des conditions atmosphériques normales.

Les instructions pour l'utilisation de l'appareillage de détection des fuites fournies par le fabricant de l'appareil doivent être suivies pour l'étalonnage et la mise en fonctionnement de l'appareil. Les résultats d'essai obtenus dans des conditions non préférentielles peuvent être comparés à ceux obtenus dans des conditions préférentielles par conversion à l'aide de la formule appropriée donnée dans ces instructions.

5.3.2.3 Paramètres d'activation

La pression d'activation et le temps d'imprégnation doivent être déterminés selon l'équation suivante (voir note ci-après).

$$Q_s = \frac{R}{skPt} \quad (1)$$

où

Q_s est le taux de fuite maximal autorisé, pour le dispositif soumis à l'essai, en $\text{Pa}\cdot\text{cm}^3\cdot\text{s}^{-1}$ ($\text{bar}\cdot\text{cm}^3\cdot\text{s}^{-1}$) Kr;

R est le nombre de coups par minute au-dessus du comptage résiduel ambiant après activation si le taux de fuite du dispositif était exactement égal à Q_s . Cette valeur correspond à la limite de rejet au-dessus du comptage résiduel de l'appareillage et du composant, si ce dernier a subi antérieurement des essais de fuites radioactives;

s est l'activité spécifique, en microcuries par centimètre cube de gaz krypton 85 dans le système d'activation;

k est le rendement de comptage global du cristal scintillateur en coups par minute par microcurie de krypton 85 ayant pénétré dans la cavité interne du composant soumis à l'évaluation. Ce facteur dépend de la configuration du composant et des dimensions du cristal scintillateur. Le rendement du comptage doit être déterminé conformément à 5.3.2.4;

$$\bar{P} = P_e^2 - P_i^2,$$

où

P_e est la pression absolue d'activation, en pascals (bars), et P_i est la pression interne absolue initiale des dispositifs, en pascals (bars). La pression d'activation (P_e) peut être déterminée par spécification ou bien, si un temps d'imprégnation convenable (T) a été déterminé, la pression d'activation (P_e) peut être ajustée pour satisfaire à l'équation (1);

T est le temps d'imprégnation pendant lequel les dispositifs doivent être activés, en heures;

t est la conversion des heures en secondes, qui équivaut à 3 600 secondes par heure.

NOTE La forme complète de l'équation (1) contient au numérateur un facteur $P_0^2 - (\Delta P)^2$ qui est un facteur de correction relatif à l'altitude au-dessus du niveau de la mer. P_0 est la pression absolue, en pascals (bars), au niveau de la mer, et ΔP la différence de pression, en pascals (bars), entre la pression réelle au lieu d'essai et la pression au niveau de la mer. Dans le présent essai, on néglige ce facteur.

5.3.2.4 Détermination du rendement de comptage (k)

Le rendement de comptage (k) de l'équation (1) doit être déterminé comme suit.

- Un exemplaire représentatif du type de dispositif à soumettre à l'essai doit être muni d'un tube allant jusqu'à la cavité interne; celle-ci sera remplie au travers du tube, d'un volume connu de gaz traceur krypton 85 ayant une activité spécifique connue et le tube sera alors scellé.

The equipment operates with a tracer gas mixture of dry nitrogen and krypton 85 with a specified activity (minimum: 100 $\mu\text{Ci}\cdot\text{cm}^{-3}$) under standard atmospheric conditions.

Instructions for the use of the leak testing equipment, as supplied by the manufacturer of the equipment, shall be followed in calibrating and operating the equipment. Test results obtained under non-preferred conditions can be compared with those under preferred conditions by conversion through the appropriate formula given in these instructions.

5.3.2.3 Activation parameters

The activation pressure and soak time shall be determined in accordance with the following equation (see note below).

$$Q_s = \frac{R}{skPTt} \quad (1)$$

where

- Q_s is the maximum leak rate allowable for the device to be tested, in $\text{Pa}\cdot\text{cm}^3\cdot\text{s}^{-1}$ ($\text{bar}\cdot\text{cm}^3\cdot\text{s}^{-1}$) Kr;
- R is the counts per minute above the ambient background after activation if the device leak rate were exactly equal to Q_s . This is the reject count above the background of both the counting equipment and the component if it has been through previous radioactive leak tests;
- s is the specific activity, in microcuries per cubic centimetres of the krypton 85 gas in the activation system;
- k is the overall counting efficiency of the scintillation crystal in counts per minute per one microcurie of krypton 85 in the internal cavity of the specific component being evaluated. This factor depends upon component configuration and dimensions of the scintillation crystal. The counting efficiency shall be determined in accordance with 5.3.2.4.

$$\bar{P} = P_e^2 - P_i^2,$$

where

- P_e is the absolute activation pressure in pascals (bars) and P_i is the original absolute internal pressure of the devices in pascals (bars). The activation pressure (P_e) may be established by specification, or if a convenient soak time (T) has been established, the activation pressure (P_e) can be adjusted to satisfy equation (1);
- T is the soak time that the devices are to be activated, in hours;
- t is the conversion of hours to seconds which is equal to 3 600 seconds/hour.

NOTE The complete version of equation (1) contains a factor $P_0^2 - (\Delta P)^2$ in the numerator which is a correction factor for elevation above sea-level. P_0 is the sea level absolute pressure, in pascals (bars), and ΔP is the difference in pressures, in pascals (bars), between the actual pressure at the test station and sea-level pressure. For the purposes of this test, this factor is neglected.

5.3.2.4 Determination of the counting efficiency (k)

The counting efficiency (k) of equation (1) shall be determined as follows.

- a) A representative unit of the device type to be tested shall be provided with a tube to its internal cavity and the cavity shall be backfilled through the tube with known volume and specific activity of krypton 85 tracer gas and the tubulation should be sealed off.

- b) Le nombre de coups par minute est directement indiqué par le cristal scintillateur de l'équipement de comptage avec lequel les dispositifs sont soumis à l'essai.

A partir de cette valeur, on calculera le rendement de comptage en coups par minute par microcurie.

5.3.2.5 Evaluation de la surface de sorption

Pour chaque type d'encapsulation à soumettre aux essais, on détermine la surface de sorption de krypton 85 dans les revêtements et scellements externes, avant de déterminer les paramètres de l'essai de fuites. Des échantillons représentatifs des dispositifs doivent être soumis à la pression prédéterminée et à des conditions de temps établies pour la configuration du composant, comme spécifié en 5.3.2.2 et 5.3.2.3. Le taux de comptage des échantillons est noté toutes les 10 minutes, jusqu'à ce qu'il devienne constant. Le temps écoulé doit être noté et représente le «temps d'attente» spécifié en 5.3.4.

5.3.3 Précautions concernant le personnel

Il convient de suivre les règlements nationaux applicables concernant l'utilisation de gaz radioactif.

NOTE Les boîtiers de grandes dimensions et présentant des fuites franches peuvent devenir excessivement radioactifs.

5.3.4 Procédure d'essai

Les composants doivent être placés dans une enceinte d'activation à gaz traceur radioactif. L'enceinte est ensuite vidée jusqu'à une pression inférieure à 50 Pa ($5 \cdot 10^{-4}$ bar). La pression et le temps d'imprégnation réels doivent être déterminés selon 5.3.2.3.

Les composants doivent être soumis à une pression absolue d'au moins $2 \cdot 10^5$ Pa (2 bar) d'un mélange de krypton 85 et d'azote sec pendant 12 min au minimum. La valeur R en coups par minute ne doit pas être inférieure à 600 au-dessus du nombre de coups résiduels. Le mélange de gaz krypton 85 et d'azote sec doit être évacué jusqu'à ce que la pression soit inférieure à 50 Pa ($5 \cdot 10^{-4}$ bar) dans l'enceinte, cela en 3 min maximum.

L'enceinte d'activation doit être ensuite remplie d'air (balayage d'air). Les composants sont alors retirés de l'enceinte d'activation et les fuites contrôlées dans l'heure qui suit l'introduction de gaz.

Le temps d'attente déterminé par 5.3.2.5 doit être respecté mais le temps s'écoulant entre le retrait de l'enceinte d'activation et l'essai ne doit en aucun cas dépasser 1 h.

Si l'essai doit être répété sur le ou les mêmes composants, on doit d'abord les décontaminer sous vide pendant 8 h, avant de les soumettre à nouveau à la pression.

Le taux de fuite réel du composant doit être calculé à l'aide de l'équation suivante:

$$Q = \frac{(\text{nombre de coups réels par minute}) \times Q_s}{R}$$

où

Q est le taux de fuite réel, en $\text{Pa} \cdot \text{cm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ($\text{bar} \cdot \text{cm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$);

Q_s et R sont définis en 5.3.2.3.

- b) The counts per minute in the shielded scintillation crystal of the counting station in which the devices are tested shall be directly read.

From this value, the counting efficiency in counts per minute per microcurie shall be calculated.

5.3.2.5 Evaluation of the surface sorption

For each type of encapsulation to be tested, the coatings and external sealants shall be evaluated for surface sorption of krypton 85 before establishing the leak test parameters. Representative samples of the devices shall be subjected to the predetermined pressure and time conditions established for the device configuration, as specified in 5.3.2.2 and 5.3.2.3. The count rate of the samples shall then be noted every 10 min, until it becomes constant. The elapsed time shall be noted and is the "wait time" as specified in 5.3.4.

5.3.3 Personnel precautions

Applicable national regulations for the use of radioactive gas should be followed.

NOTE Large packages with gross leaks may become excessively radioactive

5.3.4 Procedure

The devices shall be placed in a radioactive tracer gas activation tank. The tank shall be evacuated to at least 50 Pa ($5 \cdot 10^{-4}$ bar). The actual pressure and soak time shall be determined in accordance with 5.3.2.3.

The devices shall be subjected to a minimum of $2 \cdot 10^5$ Pa (2 bar) absolute pressure of krypton 85/dry nitrogen mixture for a minimum of 12 min. The R value in counts per minute shall be not less than 600 above background. The krypton 85/dry nitrogen gas mixture shall be evacuated until a pressure less than 50 Pa ($5 \cdot 10^{-4}$ bar) exists in the activation tank. This evacuation shall be complete within a maximum of 3 min.

The activation tank shall then be backfilled with air (air wash). The devices shall then be removed from the activation tank and leak tested within 1 h after gas exposure.

The wait time determined by 5.3.2.5 shall be observed but in no case shall the time between removal from the activation chamber and test exceed 1 h.

If the test is to be repeated on the same specimen(s), then they shall first be decontaminated in a vacuum for 8 h, prior to repressurization.

The actual leak rate of the component shall be calculated using the following equation:

$$Q = \frac{(\text{actual readout in net counts per minute}) \times Q_s}{R}$$

where

Q is the actual leak rate, in $\text{Pa} \cdot \text{cm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ($\text{bar} \cdot \text{cm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$);

Q_s and R are defined in 5.3.2.3.

5.3.5 Conditions spécifiées

Limite du taux de fuite.

5.3.6 Détection de fuites franches

A la suite de cet essai, l'absence de fuites franches doit être vérifiée par l'une des méthodes décrites en 5.5 à 5.8.

5.4 Détection des microfuites: méthode d'essai au gaz traceur (hélium) au moyen d'un spectrographe de masse

Référence: CEI 60068-2-17.

Cet essai doit être conforme à l'essai Qk, avec les prescriptions spécifiques suivantes.

5.4.1 Généralités

Cet essai est applicable uniquement aux dispositifs à cavité.

L'essai Qk, tel qu'il est défini dans la CEI 60068-2-17, est destiné à être applicable à tous les modèles de boîtiers à cavité, dont la robustesse mécanique varie en fonction de la taille, du rapport entre l'épaisseur des parois et leur surface, du matériau, de la construction, etc., ce qui exclut l'utilisation d'une seule valeur de pression pour le gaz traceur lors de la phase d'imprégnation.

Cet essai doit être réalisé conformément à la CEI 60068-2-17, selon les exigences spécifiques décrites ci-après.

5.4.2 Méthode 1: composants non remplis d'hélium pendant la fabrication – Méthode fixe

Procédure:

- Déterminer ou évaluer le volume interne libre V (voir note du tableau 12) et sélectionner la classe applicable:
 - $<0,05 \text{ cm}^3$
 - $\geq 0,05 \text{ cm}^3 - \leq 0,5 \text{ cm}^3$
 - $\geq 0,5 \text{ cm}^3 - \leq 1,0 \text{ cm}^3$
 - $\geq 1,0 \text{ cm}^3 - \leq 10 \text{ cm}^3$
 - $\geq 10 \text{ cm}^3 - \leq 20 \text{ cm}^3$
- La valeur acceptable lue sur le cadran du détecteur de fuites est donnée en taux de fuite rapporté à l'hélium $R_{(\text{He})}$.
- L'essai de fuites franches doit être réalisé après la détection des microfuites.

Le tableau 12 ci-après énumère les prescriptions couvrant la plupart des applications. Pour les autres applications, la méthode flexible de 5.4.3 peut être utilisée. Le temps de ventilation maximal doit être de 1 h.

5.3.5 Specified conditions

Limit of the leak rate.

5.3.6 Gross leak detection

Subsequent to this test, the absence of gross leaks shall be checked by using one of the methods described in 5.5 to 5.8.

5.4 Fine leak detection: tracer gas (helium) method with mass spectrometer

Reference: IEC 60068-2-17.

This test shall be in accordance with test Qk, with the following specific requirements.

5.4.1 General

This test is applicable to cavity devices only.

Test Qk, as described in IEC 60068-2-17, is intended to be applicable to all styles of cavity packages, the mechanical robustness of which varies with size, overall wall thickness versus area ratio, material, construction, etc., and hence excludes the use of a single tracer gas pressure for the impregnation step.

The test shall be performed in accordance with IEC 60068-2-17, with the following specific requirements.

5.4.2 Method 1: specimens not filled with helium during manufacture – Fixed method

Procedure:

- a) Determine or assess the internal cavity free volume V (see note to table 12) and select the applicable range:
 - $<0,05 \text{ cm}^3$
 - $\geq 0,05 \text{ cm}^3 - \leq 0,5 \text{ cm}^3$
 - $\geq 0,5 \text{ cm}^3 - \leq 1,0 \text{ cm}^3$
 - $\geq 1,0 \text{ cm}^3 - \leq 10 \text{ cm}^3$
 - $\geq 10 \text{ cm}^3 - \leq 20 \text{ cm}^3$
- b) The acceptable reading on the leak rate meter is given in terms of helium leak rate $R_{(\text{He})}$.
- c) The gross leak test shall be performed after the fine leak detection.

Table 12 below lists requirements covering most application cases. For other applications, the flexible method in 5.4.3 may be used. The maximum ventilation time shall be 1 h.

Tableau 12

Volume du boîtier V (voir note) cm ³	Condition d'exposition à la pression		R _(He) Limite de rejet Pa·cm ³ ·s ⁻¹ (bar·cm ³ ·s ⁻¹)
	P _{abs} Pa (bar)	Temps minimal d'exposition t ₁ h	
V < 0,05	5·10 ⁵ (5)	2	5·10 ⁻³ (5 × 10 ⁻⁸)
0,05 ≤ V < 0,5	5·10 ⁵ (5)	4	5·10 ⁻³ (5 × 10 ⁻⁸)
0,5 ≤ V < 1,0	3·10 ⁵ (3)	2	5·10 ⁻² (5 × 10 ⁻⁷)
1,0 ≤ V < 10,0	3·10 ⁵ (3)	5	5·10 ⁻³ (5 × 10 ⁻⁸)
10 ≤ V < 20,0	3·10 ⁵ (3)	10	5·10 ⁻³ (5 × 10 ⁻⁸)

NOTE Le volume libre interne est le volume de la cavité qui peut, par conception, être rempli de gaz. En tenant compte des classes retenues, une estimation approximative suffit généralement.

5.4.3 Méthode 2: composants non remplis d'hélium pendant la fabrication – Méthode flexible

Les valeurs pour le temps d'exposition à la pression, et le temps de ventilation doivent être choisies de sorte que les lectures du taux de fuite réel du gaz traceur mesuré R_(He) obtenues pour les dispositifs en essai (si défectueux) soient supérieures à la sensibilité de détection minimale du spectrographe de masse. Les dispositifs doivent être soumis à un minimum de 2·10⁵ Pa (2 bar) absolus d'atmosphère d'hélium. Si le temps de ventilation choisi (t₂) est supérieur à 1 h, des graphes doivent être tracés pour déterminer une valeur R_(He) qui assure le recouvrement avec les conditions d'essais de fuites franches sélectionnées. Les valeurs choisies, en conjonction avec la valeur du volume interne du boîtier du dispositif à soumettre à l'essai et la limite du taux de fuite normalisé équivalent maximal (L) (comme montré ci-dessous ou comme précisé dans la spécification applicable), doivent être utilisées pour calculer la limite du taux de fuite mesuré (R_(He)) au moyen de la formule suivante:

$$R_{(He)} = \frac{L P_E}{P_O} \left(\frac{M_A}{M} \right)^{1/2} \left\{ 1 - e^{-\left[\frac{L t_1}{V P_O} \left(\frac{M_A}{M} \right)^{1/2} \right]} \right\} e^{-\left[\frac{L t_2}{V P_O} \left(\frac{M_A}{M} \right)^{1/2} \right]}$$

où

R_(He) est le taux de fuite mesuré du gaz traceur (He) à travers la fuite, en (Pa·cm³He)·s⁻¹ (bar·cm³He)·s⁻¹;

L est le taux de fuite normalisé équivalent, en Pa·cm³·s⁻¹ air (bar·cm³ air)·s⁻¹;

P_E est la pression d'exposition, en pascals (bars);

P_O est la pression atmosphérique, 10⁵ Pa (1 bar);

M_A est le poids moléculaire de l'air, en grammes (28,7);

M est le poids moléculaire du gaz traceur (hélium), en grammes (4);

t₁ est le temps d'exposition à P_E, en secondes;

t₂ est le temps de ventilation entre la dépressurisation et la détection de la fuite, en secondes;

V est le volume interne de la cavité du boîtier du dispositif, en centimètres cubes.

Table 12

Volume of package V (see note) cm ³	Pressure exposure condition		$R_{(He)}$ Reject limit Pa·cm ³ ·s ⁻¹ (bar·cm ³ ·s ⁻¹)
	P_{abs} Pa (bar)	Minimum exposure time t_1 h	
$V < 0,05$	$5 \cdot 10^5$ (5)	2	$5 \cdot 10^{-3}$ (5×10^{-8})
$0,05 \leq V < 0,5$	$5 \cdot 10^5$ (5)	4	$5 \cdot 10^{-3}$ (5×10^{-8})
$0,5 \leq V < 1,0$	$3 \cdot 10^5$ (3)	2	$5 \cdot 10^{-2}$ (5×10^{-7})
$1,0 \leq V < 10,0$	$3 \cdot 10^5$ (3)	5	$5 \cdot 10^{-3}$ (5×10^{-8})
$10 \leq V < 20,0$	$3 \cdot 10^5$ (3)	10	$5 \cdot 10^{-3}$ (5×10^{-8})

NOTE The internal free volume is the cavity volume that can be, by design, filled with gas. Taking into account the selected ranges, a rough assessment of it is usually adequate.

5.4.3 Method 2: specimens not filled with helium during manufacture – Flexible method

Values for pressure exposure time and ventilation time shall be chosen such that the actual measured tracer gas leak rate $R_{(He)}$ readings obtained for the devices under test (if defective) will be greater than the minimum detection sensitivity capability of the mass spectrometer. The devices shall be subjected to a minimum of $2 \cdot 10^5$ Pa (2 bar) absolute of helium atmosphere. If the chosen ventilation time (t_2) is greater than 1 h, graphs shall be plotted to determine an $R_{(He)}$ value which will assure overlap with the selected gross leak test condition. The chosen values, in conjunction with the value of the internal volume of the device package to be tested and the maximum equivalent standard leak rate (L) limit (as shown below or as specified in the applicable specification), shall be used to calculate the measured leak rate ($R_{(He)}$) limit using the following formula:

$$R_{(He)} = \frac{LP_E}{P_O} \left(\frac{M_A}{M} \right)^{1/2} \left\{ 1 - e^{-\left[\frac{Lt_1}{VP_O} \left(\frac{M_A}{M} \right)^{1/2} \right]} \right\} e^{-\left[\frac{Lt_2}{VP_O} \left(\frac{M_A}{M} \right)^{1/2} \right]}$$

where

$R_{(He)}$ is the measured leak rate of the tracer gas (He) through the leak, in (Pa·cm³He)·s⁻¹ (bar·cm³He)·s⁻¹;

L is the equivalent standard leak rate, in Pa·cm³·s⁻¹ air (bar·cm³ air)·s⁻¹;

P_E is the pressure of exposure, in pascals (bars);

P_O is the atmospheric pressure, 10^5 pascals (1 bar);

M_A is the molecular weight of air, in grams (28,7);

M is the molecular weight of the tracer gas (helium), in grams (4);

t_1 is the time of exposure to P_E , in seconds;

t_2 is the ventilation time between release of pressure and leak detection, in seconds;

V is the internal volume of the device package cavity, in cubic centimetres.

5.4.3.1 Critères de défaillance

Sauf spécification contraire, les boîtiers à volume de cavité interne de $0,01 \text{ cm}^3$ ou moins doivent être rejetés si le taux de fuite normalisé équivalent (L) dépasse $5 \times 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{cm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ air ($5 \times 10^{-8} \text{ bar} \cdot \text{cm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ air). Les dispositifs dont le volume de cavité interne est supérieur à $0,01 \text{ cm}^3$ et inférieur ou égal à $0,4 \text{ cm}^3$ doivent être rejetés si le taux de fuite normalisé équivalent (L) dépasse $10^{-2} \text{ Pa} \cdot \text{cm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ air ($10^{-7} \text{ bar} \cdot \text{cm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ air). Les dispositifs ayant un volume de cavité interne supérieur à $0,4 \text{ cm}^3$ doivent être rejetés si le taux de fuite normalisé équivalent (L) dépasse $10^{-1} \text{ Pa} \cdot \text{cm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ air ($10^{-6} \text{ bar} \cdot \text{cm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ air).

NOTE Les critères de défaillance de 5.4.3.1 sont donnés en tant que fuite normalisée équivalente (air). Les critères de défaillance figurant en 5.4.2 (tableau 12) sont donnés en tant que taux de fuite d'hélium mesurés.

5.4.4 Méthode 3: composants remplis d'hélium pendant la fabrication

Cet essai doit être réalisé selon la CEI-60068-2-17, article E.6 de l'essai Qk.

5.4.5 Détection de fuites franches

A la suite de cet essai, l'absence de fuites franches doit être vérifiée au moyen de l'une des méthodes décrites en 5.5 à 5.8.

5.5 Fuites franches, méthode de détection électronique des vapeurs de perfluorocarbone

Référence: Néant.

5.5.1 Objet

Déterminer le taux de fuite d'un dispositif à semi-conducteurs en mesurant la quantité de perfluorocarbone qui s'échappe du dispositif après que celui-ci a été immergé sous pression dans le liquide d'imprégnation.

Cette méthode est destinée à être spécifiée pour des dispositifs conçus pour être hermétiquement encapsulés dans des boîtiers en verre, en métal ou en céramique (ou utilisant une combinaison de ces matériaux); elle convient aux taux de fuites normalisés équivalents supérieurs à $10^{-1} \text{ Pa} \cdot \text{cm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ($10^{-6} \text{ bar} \cdot \text{cm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$).

Cette méthode est une variante de l'essai décrit dans la CEI 60068-2-17, méthode Qc.

5.5.2 Description générale

Les dispositifs à semi-conducteurs sont immergés sous pression dans des conditions spécifiées puis retirés de l'enceinte à pression et placés dans une enceinte chauffée. L'enceinte chauffée est connectée à un détecteur sensible au fluide d'imprégnation utilisé pendant le cycle de mise sous pression. Si le dispositif présente des fuites, il contient du fluide qui se vaporise et la vapeur est alors détectée par le matériel d'essai. La quantité de vapeur qui s'échappe par unité de temps indique le taux de fuite. Cet essai peut également être utilisé pour les besoins d'une sélection sur la base «bon/pas bon».

5.5.3 Matériel d'essai

5.5.3.1 Description

Le matériel pour cet essai comporte une enceinte à vide et à pression et un détecteur de vapeurs de perfluorocarbone capable de déceler la présence de $0,15 \text{ } \mu\text{l}$ de fluide détecteur dans le volume de la cellule d'essai.