

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
1086-2**

Première édition
First edition
1992-10

**Spécification pour les revêtements appliqués
sur les cartes de câblage imprimées et dotées
de composants conventionnels (revêtements
enrobants)**

**Partie 2:
Méthodes d'essai**

**Specification for coatings for loaded printed
wire boards (conformal coatings)**

**Part 2:
Methods of test**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 1086-2: 1992

Validité de la présente publication

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

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

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

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

Terminologie

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

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

Symboles graphiques et littéraux

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

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

et pour les appareils électromédicaux,

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

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

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

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

Validity of this publication

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

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

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

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

Terminology

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

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

Graphical and letter symbols

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

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

and for medical electrical equipment,

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

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

IEC publications prepared by the same technical committee

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

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
1086-2**

Première édition
First edition
1992-10

**Spécification pour les revêtements appliqués
sur les cartes de câblage imprimées et dotées
de composants conventionnels (revêtements
enrobants)**

**Partie 2:
Méthodes d'essai**

**Specification for coatings for loaded printed
wire boards (conformal coatings)**

**Part 2:
Methods of test**

© CEI 1992 Droits de reproduction réservés — Copyright — all rights reserved

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

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

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



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

R

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
INTRODUCTION	6
Articles	
1 Domaine d'application	8
2 Références normatives	8
3 Eprouvettes d'essai	10
3.1 Eprouvettes A	10
3.2 Eprouvettes B	12
3.3 Eprouvettes C	12
3.4 Eprouvettes D	12
3.5 Eprouvettes E	14
4 Essais	14
4.1 Contrôle visuel	14
4.2 Propriétés après cyclage thermique	14
4.3 Résistance aux liquides organiques	16
4.4 Essai d'ablation du revêtement	18
4.5 Facteur de dissipation et permittivité	20
4.6 Résistance d'isolement après l'essai en chaleur humide	22
4.7 Moisissure	22
4.8 Durée de vie sur étagère	22
4.9 Inflammabilité	24
4.10 Essai d'adhésivité	24
4.11 Perte de produits volatils	26
4.12 Essai de vieillissement thermique	28
4.13 Résistance d'isolement après soumission au brouillard salin	28
4.14 Essai en altitude et température extrême	30
4.15 Essai de rigidité diélectrique	32
4.16 Dilatation thermique (rupture du cordon de soudure)	32
Figures	34
Annexe A – Essai de flexibilité (mandrin cylindrique)	38

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
INTRODUCTION	7
Clause	
1 Scope	9
2 Normative references	9
3 Test specimens	11
3.1 Specimen A	11
3.2 Specimen B	13
3.3 Specimen C	13
3.4 Specimen D	13
3.5 Specimen E	15
4 Tests	15
4.1 Visual assessment	15
4.2 Properties after thermal cycling	15
4.3 Resistance to organic liquids	17
4.4 Coating removal	19
4.5 Dissipation factor and permittivity	21
4.6 Insulation resistance after damp heat	23
4.7 Mould growth	23
4.8 Shelf life	23
4.9 Flammability	25
4.10 Tackiness	25
4.11 Loss of volatile matter	27
4.12 Thermal ageing	29
4.13 Insulation resistance after salt mist	29
4.14 Extreme altitude and temperature test	31
4.15 Electric strength	33
4.16 Thermal expansion (solder joint failure)	33
Figures	35
Annex A – Bend test (cylindrical mandrel)	39

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

SPÉCIFICATION POUR LES REVÊTEMENTS APPLIQUÉS SUR LES CARTES DE CÂBLAGE IMPRIMÉES ET DOTÉES DE COMPOSANTS CONVENTIONNELS (REVÊTEMENTS ENROBANTS)

Partie 2: Méthodes d'essai

AVANT-PROPOS

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 4) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand il est déclaré qu'un matériel est conforme à l'une des recommandations.

La présente Norme internationale a été établie par le Sous-Comité 15C: Spécifications, du Comité d'Etudes n° 15 de la CEI: Matériaux isolants.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote
15C(BC)294	15C(BC)322

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

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**SPECIFICATION FOR COATINGS
FOR LOADED PRINTED WIRE BOARDS
(CONFORMAL COATINGS)****Part 2: Methods of test****FOREWORD**

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.
- 4) The IEC has not laid down any procedure concerning marking as an indication of approval and has no responsibility when an item of equipment is declared to comply with one of its recommendations.

This International Standard has been prepared by Sub-Committee 15C: Specifications, of IEC Technical Committee No. 15: Insulating materials.

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

Six Months' Rule	Report on Voting
15C(CO)294	15C(CO)322

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

Annex A is given for information only.

INTRODUCTION

La présente Norme internationale constitue un élément d'une série qui traite de revêtements appliqués sur les cartes de câblage imprimées et dotées de composants conventionnels (revêtements enrobants).

Cette série comporte trois parties:

Partie 1: Définitions, classification et prescriptions générales (CEI 1086-1).

Partie 2: Méthodes d'essai (CEI 1086-2).

Partie 3: Spécifications pour matériaux particuliers (CEI 1086-3).

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61086-2:1992

INTRODUCTION

This International Standard forms an element of a series which deals with coatings for loaded printed wire boards (conformal coatings).

The series consists of three parts:

Part 1: Definitions, classification and general requirements (IEC 1086-1).

Part 2: Methods of test (IEC 1086-2).

Part 3: Specifications for individual materials (IEC 1086-3).

Withdrawing
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61086-2:1992

SPÉCIFICATION POUR LES REVÊTEMENTS APPLIQUÉS SUR LES CARTES DE CÂBLAGE IMPRIMÉES ET DOTÉES DE COMPOSANTS CONVENTIONNELS (REVÊTEMENTS ENROBANTS)

Partie 2: Méthodes d'essai

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale donne les méthodes d'essais des matériaux de revêtement convenant à l'application comme revêtements appliqués sur les cartes de câblage imprimées et dotées de composants conventionnels (revêtements enrobants).

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente 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 la présente 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 68-2-2: 1974, *Essais d'environnement. Essais B: Chaleur sèche*

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

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

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

CEI 68-2-39: 1976, *Essais d'environnement. Essai Z/AMD: Essai combiné séquentiel de froid, basse pression atmosphérique et chaleur humide*

CEI 68-2-52: 1984, *Essais d'environnement. Essai Kb: Brouillard salin, essai cyclique (solution de chlorure de sodium)*

CEI 243-1: 1988, *Méthodes d'essai pour la détermination de la rigidité diélectrique des matériaux isolants solides. Première partie: Mesure aux fréquences industrielles*

CEI 249-1: 1982, *Matériaux de base pour circuits imprimés. Première partie: Méthodes d'essai*

CEI 249-2-5: 1987, *Matériaux de base pour circuits imprimés. Deuxième partie: Spécifications – Spécification 5: Feuille de tissu de verre époxyde recouverte de cuivre, d'inflammabilité définie (essai de combustion verticale)*

SPECIFICATION FOR COATINGS FOR LOADED PRINTED WIRE BOARDS (CONFORMAL COATINGS)

Part 2: Methods of test

1 Scope

This International Standard gives the methods of test for electrical insulating materials suitable for application as coatings for loaded printed wire boards (conformal coatings).

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

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

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

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

IEC 68-2-39: 1976, *Environmental testing. Test Z/AMD: Combined sequential cold, low air pressure, and damp heat test*

IEC 68-2-52: 1984, *Environmental testing. Test Kb: Salt mist, cyclic (sodium chloride solution)*

IEC 243-1: 1988, *Methods of test for electric strength of solid insulating materials. Part 1: Tests at power frequencies*

IEC 249-1: 1982, *Base materials for printed circuits. Part 1: Test methods*

IEC 249-2-5: 1987, *Base materials for printed circuits. Part 2: Specifications – Specification No. 5: Epoxide woven glass fabric copper-clad laminated sheet of defined flammability (vertical burning test)*

CEI 250: 1969, *Méthodes recommandées pour la détermination de la permittivité et du facteur de dissipation des isolants électriques aux fréquences industrielles, audibles et radioélectriques (ondes métriques comprises)*

CEI 464-2: 1974, *Spécification relative aux vernis isolants contenant un solvant. Deuxième partie: Méthodes d'essai*

CEI 1086-1: 1992, *Spécification pour les revêtements appliqués sur les cartes de câblage imprimées et dotées de composants conventionnels (revêtements enrobants). Partie 1: Définitions, classification et prescriptions générales*

CEI 1086-3: *Spécification pour les revêtements appliqués sur les cartes de câblage imprimées et dotées de composants conventionnels (revêtements enrobants). Partie 3: Spécifications pour matériaux particuliers*

ISO 1514: 1984, *Peintures et vernis – Panneaux normalisés pour essais*

ISO 1519: 1973, *Peintures et vernis – Essai de pliage sur mandrin cylindrique*

3 Eprouvettes d'essai

3.1 Eprouvettes A

3.1.1 Panneaux d'essai

Les panneaux d'essai ayant une impression d'essai multi-usage IPC (IPC B-25) doivent être constitués de feuilles laminées de type CEI 249-2-5 EP-GC-CU couvertes de cuivre et collées à la résine synthétique comme spécifié dans la CEI 249-2-5. L'épaisseur nominale doit être de 1,6 mm (0,063 in), comme indiqué à la figure 1 de la présente norme. La résistance d'isolement, si nécessaire, doit être mesurée sur le peigne B avec toutes les sections en parallèle.

3.1.2 Préparation

Les panneaux doivent être nettoyés selon un processus en trois étapes:

- a) avec du trichloro 1-1-2, trifluoroéthane 1-2-2 comme nettoyeur en phase liquide/vapeur (voir figure 2);
- b) avec de l'eau chaude déionisée contenant un petit agent mouillant non ionisé (par exemple de l'éthanol iso-octyl phénoxy polyéthoxy);
- c) avec du propane-2-ol de classe minimale réactif analytique.

Ils doivent ensuite être séchés pendant 2 h à la température de 70 °C et être placés dans un dessiccateur.

3.1.3 Application

Le matériau d'enrobage à essayer doit être appliqué sur tous les côtés et bords de l'éprouvette, par une seule immersion contrôlée le grand axe étant vertical, et ensuite durci selon les instructions du fabricant. Si l'application est faite par dépôt par vaporisation, la technique à utiliser doit être annoncée par le fabricant ou le fournisseur. Les points de connexion doivent être masqués de façon convenable.

IEC 250: 1969, *Recommended methods for the determination of the permittivity and the dielectric dissipation factor of electrical insulating materials at power, audio and radio frequencies including metre wavelengths*

IEC 464-2: 1974, *Specification for insulating varnishes containing solvent. Part 2: Test methods*

IEC 1086-1: 1992, *Specification for coatings for loaded printed wire boards (conformal coatings) – Part 1: Definitions, classification and general requirements*

IEC 1086-3: *Specification for coatings for loaded printed wire boards (conformal coatings). Part 3: Specifications for individual materials*

ISO 1514: 1984, *Paints and varnishes – Standard panels for testing*

ISO 1519: 1973, *Paints and varnishes – Bend test (cylindrical mandrel)*

3 Test specimens

3.1 Specimen A

3.1.1 Test panel

The test panel having IPC multipurpose test board pattern (IPC-B-25) shall be made from type IEC 249-2-5 EP-GC-CU copper-clad synthetic resin bonded laminated sheets as specified in IEC 249-2-5 and shall have a nominal thickness of 1,6 mm (0,063 in) as shown in figure 1 of this standard. The insulation resistance, where required, shall be measured on comb B with all sections in parallel.

3.1.2 Preparation

The panel shall be cleaned in a three-stage process:

- a) with 1-1-2-trichloro, 1-2-2-trifluoroethane in a vapour/liquid phase cleaner (see figure 2);
- b) with deionized hot water containing a little non-ionic wetting agent (for instance iso-octyl phenoxy polyethoxy ethanol);
- c) with propan-2-ol of at least analytical reagent grade.

The panel shall then be dried for 2 h at a temperature of 70 °C and placed in a desiccator.

3.1.3 Application

The coating material to be tested shall be applied to all sides and edges of the specimen, by a single "controlled" dip with the longer axis vertical, and then cured in accordance with the manufacturer's instructions. If the application is by vapour deposition, the technique to be followed shall be as stated by the manufacturer or supplier. Terminal points shall be suitably masked.

3.1.3.1 *Épaisseur du revêtement*

L'épaisseur mesurée aux points M et N de la carte doit être comprise entre 10 μm et 50 μm , sauf pour le parylène où elle doit être de 5 μm à 20 μm . Trois mesures doivent être effectuées avant et après revêtement en utilisant un micromètre à cadran ou toute autre méthode également précise.

3.2 *Eprouvettes B*

3.2.1 *Panneaux d'essai*

Les panneaux d'essai pour les essais de flexibilité, adhésivité et d'émission de produits volatiles doivent être en cuivre souple, d'approximativement 100 mm sur 50 mm et $(0,125 \pm 0,010)$ mm d'épaisseur. Les panneaux doivent être nettoyés par traitement avec un solvant convenable (par exemple xylène-éthanol 1:1) puis polis minutieusement à la laine d'acier n° 000 et finalement débarrassés de toute trace de doigt et de particule de métal au solvant et à l'étoffe de chiffon. Si les panneaux ne sont pas immédiatement utilisés, ils doivent être conservés dans un solvant non corrosif. Voir la CEI 464-2.

3.2.2 *Application*

Le matériau d'enrobage à contrôler doit être appliqué comme pour les épreuves A (voir 3.1.3) et durci selon les instructions du fabricant. Voir cependant 4.11.3.

3.3 *Eprouvettes C*

3.3.1 *Panneaux d'essai*

Les panneaux d'essai pour l'essai de moisissure (voir 4.7) doivent être des plaques de verre polies, de forme carrée et d'environ 40 mm de côté, nettoyées au solvant décrit dans l'ISO 1514.

3.3.2 *Application*

Le matériau d'enrobage à essayer doit être appliqué comme pour les épreuves A (voir 3.1.3) et durci selon les instructions du fabricant.

3.4 *Eprouvettes D*

3.4.1 *Panneaux d'essai*

Les panneaux d'essai doivent être constitués du même matériau que les épreuves A mais entièrement gravés et de (125 ± 5) mm de long et de (13 ± 1) mm de large. Ils doivent être marqués par traçage d'une ligne perpendiculaire au grand axe à $(25 \pm 0,5)$ mm de l'extrémité qui doit être enflammée. Ils doivent répondre aux autres prescriptions données en 4.3.3.3 de la CEI 249-1.

3.4.2 *Application*

Le matériau d'enrobage à essayer doit être appliqué comme sur les épreuves A (voir 3.1.3) et durci selon les instructions du fabricant.

3.1.3.1 *Thickness of the coating*

The thickness measured at position M and N on the board shall be 10 µm to 50 µm, except for parylene which shall be 5 µm to 20 µm. Three measurements shall be made before and after coating using a dead weight dial micrometer or any other equally precise method.

3.2 *Specimen B*

3.2.1 *Test panel*

The test panel for the test for flexibility, tackiness and emission of volatile matter shall be soft copper, approximately 100 mm x 50 mm and $(0,125 \pm 0,010)$ mm in thickness. The panel shall be cleaned by treating with a suitable solvent (for instance xylene-ethanol 1:1), then polished thoroughly with No. 000 steel wool and finally wiped free of any finger-marks or metal particles with the solvent and a lint-free cloth. If the panel is not used immediately, it shall be kept stored in a non-corrosive solvent. See IEC 464-2.

3.2.2 *Application*

The coating material to be tested shall be applied as for specimen A (see 3.1.3) and cured in accordance with the manufacturer's instructions. See however 4.11.3.

3.3 *Specimen C*

3.3.1 *Test panel*

The test panel for mould growth test (see 4.7) shall consist of polished plate glass approximately 40 mm square and shall be solvent cleaned as described in ISO 1514.

3.3.2 *Application*

The coating material to be tested shall be applied as given for specimen A (see 3.1.3) and cured in accordance with the manufacturer's instructions.

3.4 *Specimen D*

3.4.1 *Test panel*

The test panel shall be of the same material as for specimen A, but fully etched and with a length of (125 ± 5) mm and a width of (13 ± 1) mm. It shall be marked by scribing a line perpendicular to the longer axis $(25 \pm 0,5)$ mm away from the end which is to be ignited. The panel shall comply with the other requirements given in 4.3.3.3 of IEC 249-1.

3.4.2 *Application*

The coating material to be tested shall be applied as given for specimen A (see 3.1.3) and cured in accordance with the manufacturer's instructions.

3.5 Epreuve E

Toute plaque métallique plate convenant à la méthode à utiliser doit être enduite comme une éprouvette A, mais sur une seule face, avec du matériau d'enrobage appliqué et durci selon les instructions du fabricant pour donner une épaisseur comme spécifié en 3.1.3.1.

NOTE - Une plaque de laiton de 50 mm x 50 mm et de 1 mm à 3 mm d'épaisseur a été jugée convenable.

4 Essais

4.1 Contrôle visuel

4.1.1 Epreuves d'essai

L'essai doit être effectué sur cinq éprouvettes A (voir 3.1).

4.1.2 Méthode

Les éprouvettes doivent être examinées avec une vision normalement corrigée à l'aide d'un matériel optique de grossissement x 10 environ, à la lumière du jour ou en lumière artificielle normale. Pour les matériaux contenant des additifs fluorescents, les éprouvettes doivent être examinées dans l'obscurité en lumière ultraviolette de grande longueur d'onde.

4.1.3 Résultats et rapport

Tout vide, trou, toute ride, rayure, craquelure, cloque et écaille du revêtement ou décoloration des conducteurs en cuivre de chacune des cinq éprouvettes doit être indiqué. Les légendes doivent être clairement lisibles à travers le revêtement.

4.2 Propriétés après cyclage thermique

4.2.1 Cyclage thermique

4.2.1.1 Epreuves

Les essais doivent être effectués sur cinq éprouvettes A (voir 3.1).

4.2.1.2 Méthode

L'essai doit être effectué selon les prescriptions de l'essai N de la CEI 68-2-14 avec comme conditions de température - 55 °C et 125 °C. L'exposition à chaque température doit être comprise entre 15 min au minimum et 30 min au maximum. Les éprouvettes doivent être soumises à 20 cycles.

4.2.1.3 Contrôle visuel

Après cyclage thermique, les éprouvettes doivent être examinées visuellement en utilisant un matériel optique de grossissement x 10 environ, à la lumière du jour ou en lumière artificielle normale.

3.5 Specimen E

Any flat plate suitable for the method to be used shall be coated as given for specimen A but on one side only, with the coating material applied and cured according to the manufacturer's instructions to obtain a thickness as specified in 3.1.3.1.

NOTE - A brass plate 50 mm x 50 mm and 1 mm to 3 mm in thickness has been found suitable.

4 Tests

4.1 Visual assessment

4.1.1 Specimens

The test shall be made on five specimens A (see 3.1).

4.1.2 Method

The specimens shall be examined with normally corrected vision using optical equipment with approximately x 10 linear magnification in daylight or normal artificial light. For materials containing fluorescent additives, the specimens shall be examined in the dark by long wavelength ultraviolet light.

4.1.3 Results and report

Any voids, holes, wrinkles, streaks, cracking, blistering and peeling of the coating or discolouration of the copper conductors of any of the five specimens shall be reported. Legends shall be clearly legible through the coating.

4.2 Properties after thermal cycling

4.2.1 Thermal cycling

4.2.1.1 Specimens

The tests shall be made on five specimens A (see 3.1).

4.2.1.2 Method

The test shall be made in accordance with the requirements of test N of IEC 68-2-14 with temperature conditions of – 55 °C and 125 °C. The duration of each temperature exposure shall be between a minimum of 15 min and a maximum of 30 min. Specimens shall be subjected to 20 cycles.

4.2.1.3 Visual assessment

After thermal cycling, the specimens shall be examined with normally corrected vision using optical equipment with approximately x 10 linear magnification in daylight or normal artificial light.

4.2.1.4 *Résultats et rapport*

Tout signe visible de perte d'adhérence, de ride, de craquelure, de cloquage et d'écaillage du revêtement ou de décoloration des conducteurs en cuivre de chacune des cinq éprouvettes doit être indiqué.

4.2.2 *Résistance d'isolement après cyclage thermique*

4.2.2.1 *Méthode*

Après avoir été soumis à l'essai de cyclage thermique de 4.2.1 et après reprise à température ambiante, les cinq éprouvettes doivent être immergées dans de l'eau distillée ou déionisée à (23 ± 2) °C pendant 24 h.

Après séchage avec du papier absorbant ou du tissu et dans les 3 min suivant le retrait de l'eau, la résistance d'isolement doit être mesurée avec un appareil de mesure approprié. La tension d'essai doit être de (500 ± 50) V continu avec une durée d'électrification de 1 min.

4.2.2.2 *Résultats et rapport*

La valeur minimale des cinq mesures doit être notée en tant que résistance d'isolement.

4.2.3 *Flexibilité après cyclage thermique*

4.2.3.1 *Éprouvettes*

Les essais doivent être effectués sur trois éprouvettes B (voir 3.2).

4.2.3.2 *Méthode*

Les éprouvettes doivent être soumises à 20 cycles de l'essai de cyclage thermique de 4.2.1. L'essai doit ensuite être effectué selon les prescriptions de l'essai de flexion décrit dans l'ISO 1519 à la température de (23 ± 2) °C en utilisant un mandrin de 3 mm ou 6 mm de diamètre (voir annexe A).

4.2.3.3 *Contrôle visuel*

Après cyclage thermique, les éprouvettes doivent être examinées avec une vision normale-corrigée en utilisant un matériel optique de grossissement x 10 environ, à la lumière du jour ou en lumière artificielle normale.

4.2.3.4 *Résultats et rapport*

Toute preuve de craquelure ou de délabrement du revêtement sur n'importe quelle éprouvette doit être notée.

4.3 *Résistance aux liquides organiques*

4.3.1 *Objet*

S'assurer que le matériau d'enrobage n'est pas affecté de façon nuisible par les liquides susceptibles de venir en contact avec la carte de câblage imprimée et dotée de composants conventionnels. Cela ne s'applique normalement qu'au matériel de classe 1 selon l'article 4 de la CEI 1086-1.

4.2.1.4 *Results and report*

Any visible sign of loss of adhesion, wrinkling, blistering, cracking or peeling of the coating or discolouration of the copper conductors of each of the five specimens shall be reported.

4.2.2 *Insulation resistance after thermal cycling*

4.2.2.1 *Method*

After subjection to the thermal cycling test in 4.2.1 and after cooling to room temperature, the five specimens shall be immersed in distilled or deionized water at $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ for 24 h.

After drying with an absorbent paper or cloth and within 3 min after removal from the water, the insulation resistance shall be measured using a suitable measuring equipment. The test voltage shall be (500 ± 50) V d.c. using an electrification time of 1 min.

4.2.2.2 *Results and report*

The minimum value of the five measurements shall be reported as the insulation resistance.

4.2.3 *Flexibility after thermal cycling*

4.2.3.1 *Specimens*

The test shall be made on three specimens B (see 3.2).

4.2.3.2 *Method*

Specimens shall be subjected to 20 cycles of the thermal cycling test in 4.2.1. The test shall then be made in accordance with the requirements of the bend test described in ISO 1519 at a temperature of $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ using a 3 mm or 6 mm diameter mandrel (see annex A).

4.2.3.3 *Visual assessment*

After thermal cycling, the specimens shall be examined with normally corrected vision using optical equipment with approximately $\times 10$ linear magnification in daylight or normal artificial light.

4.2.3.4 *Results and report*

Any evidence of cracking or crazing of the coating of any specimen shall be reported.

4.3 *Resistance to organic liquids*

4.3.1 *Object*

To ensure that the coating is not deleteriously affected by the liquids likely to come in contact with the loaded printed wire boards. This test is normally applied only to class 1 materials according to clause 4 of IEC 1086-1.

4.3.2 *Essai au liquide*

On doit utiliser du propane 2-ol.

NOTE - D'autres liquides, pouvant avoir des effets dangereux pour les revêtements, peuvent venir en contact avec des cartes de câblage imprimées et dotées de composants conventionnels. Quand il s'attend à l'utilisation d'un tel liquide, l'utilisateur peut demander en plus que cet essai soit effectué avec ce liquide. Cela inclut les préparations par aérosol utilisées dans la recherche de défauts (liquide de refroidissement rapide («freezers») contenant habituellement du chlorofluorométhane).

4.3.3 *Epreuves*

Les essais doivent être effectués sur cinq éprouvettes A (voir 3.1).

4.3.4 *Appareil*

Le récipient dans lequel l'essai est réalisé doit être fait en matériau inerte et d'une taille suffisante pour permettre l'immersion complète de l'éprouvette, sauf dans le cas de l'essai utilisant des liquides de refroidissement rapide («freezers»).

Il faut aussi une brosse à dents à poils durs, avec des poils de même dimension approximative et à extrémité coupée.

4.3.5 *Méthode*

Les éprouvettes doivent être complètement immergées dans le liquide pendant 2 min à la température de $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ ou, dans le cas de liquides de refroidissement rapide («freezers»), recevoir quatre pulvérisations de 4 s chacune avec un intervalle de 2 s. Immédiatement après ce traitement, chaque éprouvette doit être brossée, dans une seule direction, de 10 coups de brosse en utilisant uniquement la brosse à dents à poils durs.

4.3.6 *Contrôle visuel*

Après l'immersion, les éprouvettes doivent être examinées avec une vision normalement corrigée, à la lumière du jour ou en lumière artificielle normale.

4.3.7 *Résultats et rapport*

Toute trace visible de détérioration de tout ou partie du revêtement de chaque éprouvette sera notée; par exemple ablation, détérioration ou adhérence.

4.4 *Essai d'ablation du revêtement*

4.4.1 *Objet*

Démontrer que le revêtement peut être ôté de la carte de câblage imprimée et dotée de composants conventionnels sans dommage pour la carte, la couche inférieure ou les conducteurs.

4.4.2 *Epreuves*

Les essais doivent être effectués sur cinq éprouvettes A (voir 3.1).

4.3.2 *Test liquid*

Propan-2-ol shall be used.

NOTE - Other liquids which might have harmful effects on coatings, may come into contact with loaded printed wire boards. Where the use of such a liquid is expected, the purchaser may additionally require this test to be performed using that liquid. This includes aerosol preparations used in fault detection (rapid cooling liquids ("freezers") commonly containing chlorofluoromethane).

4.3.3 *Specimens*

The test shall be made on five specimens A (see 3.1).

4.3.4 *Apparatus*

The vessel in which the test is to be performed shall be made from an inert material and shall be of sufficient size to allow complete immersion of the specimen, except in the case of the test using rapid cooling liquids ("freezers").

A hard bristle toothbrush, having all the bristles of approximately the same length with cut ends, is also required.

4.3.5 *Method*

The specimens shall be completely immersed in the liquid for 2 min at a temperature of $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ or, in case of rapid cooling liquids ("freezers"), four blasts of 4 s each with 2 s intervals shall be applied. Immediately after this treatment, each specimen shall be brushed in one direction for 10 strokes using only the hard bristle toothbrush.

4.3.6 *Visual assessment*

After immersion, the specimens shall be examined with normally corrected vision in daylight or normal artificial light.

4.3.7 *Results and report*

Any visible evidence of deterioration of the whole or part of the coating, for example removal, crazing or tackiness, of any specimen shall be reported.

4.4 *Coating removal*

4.4.1 *Object*

To demonstrate that the coating can be removed from the printed wire board without damage to the board, substrate or conductors.

4.4.2 *Specimens*

The test shall be made on five specimens A (see 3.1).

4.4.3 Méthode

Le revêtement doit être ôté d'une surface de 10 mm x 10 mm s'étendant sur le peigne conducteur par une méthode recommandée par le fabricant.

Pour les matériaux de classe 2 selon la CEI 1086-1, la solution de solvant recommandée par le fournisseur doit être utilisée pour ôter le revêtement.

4.4.4 Contrôle visuel

Après ablation du revêtement, les éprouvettes doivent être examinées avec une vision normalement corrigée, à la lumière du jour ou en lumière artificielle normale.

4.4.5 Résultats et rapport

Pour chaque éprouvette, tout échec dans l'ablation du revêtement, ou tout dommage sur la carte, la couche inférieure ou les conducteurs, doit être noté.

4.5 Facteur de dissipation et permittivité

4.5.1 Objet

Déterminer le facteur de dissipation et la permittivité du matériau d'enrobage pour établir son effet sur le fonctionnement à haute fréquence de la carte de câblage imprimée et dotée de composants conventionnels.

4.5.2 Eprouvettes

Les essais doivent être effectués sur six éprouvettes E (voir 3.5).

4.5.3 Méthode

Le facteur de dissipation et la permittivité doivent être mesurés à 1 MHz et 10 MHz et à toute autre fréquence demandée.

Pour le facteur de dissipation, on doit utiliser n'importe quelle méthode capable de mesurer une valeur de 0,02 avec une précision minimale de 0,002. Pour la permittivité, on doit utiliser n'importe quelle méthode capable de fournir une précision minimale de 1 %.

NOTE - On a jugé acceptable une méthode utilisant une électrode sans contact dans l'air et dans l'huile de silicone (voir CEI 250 (procédure à deux fluides)).

Le facteur de dissipation et la permittivité doivent être mesurés à température ambiante sur une éprouvette E au moins sept jours après revêtement. Deux éprouvettes doivent être mesurées après chacune des procédures de traitement suivantes:

- a) à $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ et $(50 \pm 5) \%$ d'humidité relative pendant $(24 \pm 1) \text{ h}$;
- b) après immersion dans de l'eau déionisée pendant $(24 \pm 1) \text{ h}$ à $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$, après avoir ôté l'eau en surface par essuyage avec un tissu absorbant propre;
- c) après $(500 \pm 1) \text{ h}$ à l'air à $(125 \pm 2) ^\circ\text{C}$ et refroidissement à $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ et à $(50 \pm 5) \%$ d'humidité relative.

4.4.3 Method

The coating shall be removed from an area of 10 mm x 10 mm extending over the conductor comb by a method recommended by the manufacturer.

For class 2 materials according to IEC 1086-1, a solvent solution shall be used to remove the coating as recommended by the supplier.

4.4.4 Visual assessment

After removal of the coating, the specimens shall be examined with normally corrected vision in daylight or normal artificial light.

4.4.5 Results and report

Any failure to remove the coating or any damage to the board, substrate or conductors of any specimen shall be reported.

4.5 Dissipation factor and permittivity

4.5.1 Object

To determine the dissipation factor and permittivity of the coating material to allow assessment of its effect on the high-frequency performance of the loaded printed wire board.

4.5.2 Specimens

The test shall be made on six specimens E (see 3.5).

4.5.3 Method

The dissipation factor and permittivity shall be measured at 1 MHz and 10 MHz and at such other frequency as required.

For dissipation factor, any method shall be used which is capable of measuring a value of 0,02 with a precision of 0,002 or better. For permittivity, any method shall be used which provides a precision of 1 % or better.

NOTE - A method using a non-contacting electrode in air and in silicon oil (see IEC 250 (two-fluid procedure)) has been found acceptable.

The dissipation factor and permittivity shall be measured at ambient temperature on all specimens E at least seven days after coating. From this group, two specimens shall be measured after each of the following treatment procedures:

- (24 ± 1) h at (23 ± 2) °C and (50 ± 5) % relative humidity;
- immersion in deionized water for (24 ± 1) h at (23 ± 2) °C and after removal of surface water by wiping with a clean absorbent material;
- (500 ± 1) h in air at (125 ± 2) °C and cooling to (23 ± 2) °C and (50 ± 5) % relative humidity.

4.5.4 *Résultats et rapport*

Le facteur de dissipation et la permittivité doivent être notés après chaque traitement défini en 4.5.3. On doit noter le plus élevé des deux résultats de chaque traitement pour le facteur de dissipation. On doit noter la moyenne après chaque traitement comme résultat pour la permittivité.

4.6 *Résistance d'isolement après l'essai en chaleur humide*

4.6.1 *Eprouvettes*

Les essais doivent être effectués sur cinq éprouvettes A (voir 3.1).

4.6.2 *Méthode*

Les éprouvettes doivent être conditionnées selon la CEI 68-2-3 pendant 10 jours. A la fin du conditionnement et après restauration à la température ambiante (voir CEI 68-2-3), la résistance d'isolement doit être mesurée avec un instrument de mesure approprié. La tension d'essai doit être (500 ± 50) V continu avec une durée d'électrification de 1 min.

4.6.3 *Résultats et rapport*

On doit noter la valeur minimale des cinq résultats comme valeur de la résistance d'isolement.

4.7 *Moisissure*

4.7.1 *Eprouvettes*

Les essais doivent être effectués sur trois éprouvettes C (voir 3.3).

4.7.2 *Méthode*

L'essai doit être effectué selon les prescriptions de l'essai J de la CEI 68-2-10 pendant 28 jours.

4.7.3 *Résultats et rapport*

On doit noter l'étendue de la moisissure selon le 7.3 de la CEI 68-2-10 pour chaque éprouvette.

4.8 *Durée de vie sur étagère*

4.8.1 *Viscosité*

La viscosité du matériau non durci doit être déterminée dans l'état «de réception» par la méthode convenue entre le fournisseur et l'acheteur. Un conteneur scellé du même lot de matériau doit être conservé pendant une période et à la température indiquées par la CEI 1086-3. Il doit ensuite être ouvert et la viscosité déterminée de la même manière. Pour les deux essais, la mesure doit être effectuée à la température de $(23 \pm 0,5)$ °C.

4.8.1.1 *Résultats et rapport*

On doit noter la viscosité mesurée avant et après la période de stockage.

4.5.4 *Results and report*

The dissipation factor and permittivity after each treatment as in 4.5.3 shall be reported. For dissipation factor, the higher of the two values after each treatment shall be reported as the result. For permittivity, the mean value after each treatment shall be reported as the result.

4.6 *Insulation resistance after damp heat*

4.6.1 *Specimens*

The test shall be made on five specimens A (see 3.1).

4.6.2 *Method*

The specimens shall be conditioned in accordance with IEC 68-2-3 for a duration of 10 days. At the end of the conditioning period and after recovery to room temperature (see IEC 68-2-3), the insulation resistance shall be measured using a suitable measuring instrument. The test voltage shall be (500 ± 50) V d.c. using an electrification time of 1 min.

4.6.3 *Results and report*

The minimum value of the five measurements shall be reported as insulation resistance.

4.7 *Mould growth*

4.7.1 *Specimens*

The test shall be made on three specimens C (see 3.3).

4.7.2 *Method*

The test shall be made in accordance with test J of IEC 68-2-10 for a duration of 28 days.

4.7.3 *Results and report*

The extent of mould growth as in 7.3 of IEC 68-2-10 on each specimen shall be reported.

4.8 *Shelf life*

4.8.1 *Viscosity*

The viscosity of the uncured material shall be determined in the "as received" condition by the method agreed between supplier and purchaser. A sealed container of the same batch of material shall be stored for a period and at a temperature as specified in IEC 1086-3. It shall then be opened and the viscosity determined in the same manner. For both tests the test temperature shall be $(23 \pm 0,5)$ °C.

4.8.1.1 *Results and report*

The viscosity measured before and after the period of storage shall be reported.

4.8.2 *Traceur fluorescent*

L'essai doit être effectué sur deux éprouvettes A (voir 3.1), l'une enrobée du matériau «à la réception», l'autre recouverte du matériau d'un conteneur scellé du même lot qui a été conservé comme indiqué en 4.8.1.

4.8.2.1 *Contrôle visuel*

L'éprouvette A doit être examinée dans l'obscurité à l'aide d'une lumière ultraviolette à grande longueur d'onde.

4.8.2.2 *Résultats et rapport*

On doit noter toute perte apparente de fluorescence de chaque éprouvette.

4.9 *Inflammabilité*

4.9.1 *Objet*

S'assurer que la plaque enrobée répond aux prescriptions d'inflammabilité de la plaque non enrobée.

NOTE - Il convient que cet essai ne soit pas utilisé pour définir le risque d'incendie potentiel en service. Les résultats obtenus ne s'appliquent qu'aux conditions d'essai spécifiées.

4.9.2 *Eprouvettes*

Les essais doivent être effectués sur quatre éprouvettes D (voir 3.4).

4.9.3 *Méthode*

Les essais doivent être effectués selon les prescriptions de 4.3.3 de la CEI 249-1.

4.9.4 *Résultats et rapport*

On doit noter ce qui suit:

- a) la moyenne arithmétique des quatre durées de combustion;
- b) toute combustion au-delà de la ligne à 25 mm de chaque éprouvette;
- c) tout coulage du matériau de revêtement.

4.10 *Essai d'adhésivité*

4.10.1 *Eprouvettes*

Les essais doivent être effectués sur trois éprouvettes B (voir 3.2).

4.10.2 *Appareillage*

L'appareillage suivant est nécessaire:

- a) disques de caoutchouc souple de 20 mm de diamètre et de 5 mm d'épaisseur;
- b) un poids cylindrique ayant une masse de 500 g et une surface de contact de 20 mm de diamètre;

4.8.2 *Fluorescent tracer*

The test shall be made on two specimens A (see 3.1), one being coated with the coating material as received, the other with the coating material of the same batch, which has been stored as in 4.8.1.

4.8.2.1 *Visual assessment*

The specimens A shall be examined in the dark by long wavelength ultraviolet light.

4.8.2.2 *Results and report*

Any apparent loss of fluorescence of either specimen shall be reported.

4.9 *Flammability*

4.9.1 *Object*

To ensure that the coated board complies with the flammability requirement of the uncoated board.

NOTE - This test should not be used to assess the potential fire hazard in service. The results obtained relate to the specified test conditions.

4.9.2 *Specimens*

The test shall be made on four specimens D (see 3.4).

4.9.3 *Method*

The test shall be made in accordance with 4.3.3 of IEC 249-1.

4.9.4 *Results and report*

The following shall be reported:

- a) the arithmetic mean of the four burning times;
- b) any burning beyond the 25 mm line of any specimen;
- c) any dripping of the coating material.

4.10 *Tackiness*

4.10.1 *Specimens*

The test shall be made on three specimens B (see 3.2).

4.10.2 *Apparatus*

The following apparatus is required:

- a) soft rubber discs 20 mm in diameter and with a thickness of 5 mm;
- b) a cylindrical weight with a mass of 500 g and a contact surface 20 mm in diameter;

- c) du papier filtre en coton blanchi et de grammage (92 ± 9) g/m², d'épaisseur (205 ± 30) µm, de 0,45 kg/dm³ de densité nominale, de 11 s/300 ml de porosité.

4.10.3 Méthode

L'essai doit être effectué à la température de (23 ± 2) °C. Un morceau de papier filtre doit être placé sur l'éprouvette de façon qu'il y ait un espace non couvert par le papier de 10 mm de large environ à une extrémité. Le poids cylindrique doit être placé sur le papier approximativement au centre de l'éprouvette avec un disque de caoutchouc souple interposé entre la masse et le papier pour assurer une répartition égale de la pression. La pression doit être maintenue pendant 1 min puis le disque de caoutchouc doit être enlevé.

L'éprouvette, ainsi que le papier attaché, doivent ensuite être tenus dans un plan vertical, l'éprouvette étant tenue par la partie non couverte par le papier filtre. L'enlèvement du papier filtre doit être tenté par:

- a) une légère vibration ou
- b) un léger effleurement du papier.

4.10.4 Résultats et rapport

Le revêtement doit être signalé comme étant non adhésif si le filtre de papier peut être ôté par la méthode a) ou la méthode b) de 4.10.3 sans qu'aucune fibre de papier ne reste sur le revêtement d'aucune des éprouvettes.

Si le papier ne peut être ôté par la méthode a) ou la méthode b) de 4.10.3 et qu'il faut exercer un effort pour le détacher, ou s'il reste une quantité significative de fibre de papier sur l'éprouvette, le revêtement doit être noté comme adhésif.

4.11 Perte de produits volatils

4.11.1 Objet

Confirmer que le revêtement, après application et quand il est soumis à des températures élevées, n'émettra pas de produits volatils pouvant soit occasionner un incendie soit avoir un effet corrosif dangereux.

4.11.2 Eprouvettes

Les essais doivent être effectués sur trois éprouvettes B (voir 3.2).

4.11.3 Méthode

Trois éprouvettes non enrobées doivent être chauffées pendant 30 min à (125 ± 2) °C, refroidies dans un dessiccateur et pesées avec une précision de $\pm 0,2$ mg. Le revêtement doit ensuite être appliqué sur les éprouvettes B et durci comme spécifié en 3.2.2. Les éprouvettes doivent ensuite être pesées de nouveau avec une précision de $\pm 0,2$ mg et la masse du revêtement déterminée. Les éprouvettes doivent être chauffées pendant (30 ± 1) min à (125 ± 2) °C, refroidies dans un dessiccateur et repesées.

4.11.4 Calculs

L'émission de produits volatils est la différence de masse des éprouvettes enrobées avant et après chauffage et est exprimée en pourcentage de la masse de revêtement avant chauffage.

- c) filter paper made from bleached cotton having a mass of (92 ± 9) g/m², a thickness of (205 ± 30) µm, a nominal density of 0,45 kg/dm³ and a porosity of 11 s /300 ml.

4.10.3 Method

The test shall be made at a temperature of (23 ± 2) °C. A piece of the filter paper shall be placed on the specimen in such a manner that there is a space approximately 10 mm wide at one end which is not covered by the paper. The cylindrical weight shall be placed on the paper approximately in the centre of the specimen with the soft rubber disc interposed between the weight and the paper to ensure even pressure distribution. The pressure shall be maintained for 1 min and the rubber disc shall then be removed.

The specimen with the paper attached shall then be held in a vertical plane, the specimen being held by the portion not covered by the filter paper. Removal of the filter paper shall be attempted by:

- a) slight vibration, or
- b) lightly touching the paper.

4.10.4 Results and reports

The coating shall be reported as non-tacky, if the filter paper can be removed by method a) or b) of 4.10.3 without any paper fibres being left on the coating of any specimen.

If the filter paper cannot be removed by method a) or b) of 4.10.3 and it has to be forcibly detached, or if there is a significant amount of paper fibre left on the specimen, the coating shall be reported as being tacky.

4.11 Loss of volatile matter

4.11.1 Object

To confirm that the coating, after application and when subjected to elevated temperatures, will not emit volatiles which could either cause a fire hazard or have a harmful corrosive effect.

4.11.2 Specimens

The test shall be made on three specimens B (see 3.2).

4.11.3 Method

Three uncoated specimens shall be heated for 30 min at (125 ± 2) °C, cooled in a desiccator and weighed with a precision of $\pm 0,2$ mg. The coating material shall then be applied on specimens B and cured as specified in 3.2.2. The specimens shall then be weighed again with a precision of $\pm 0,2$ mg, and the mass of the coating shall be determined. The specimens shall be heated for (30 ± 1) min at (125 ± 2) °C, cooled in a desiccator and reweighed.

4.11.4 Calculation

The emission of volatiles is the difference in mass of the coated specimens before and after heating and is expressed as a percentage of the mass of the coating before heating.

4.11.5 *Résultats et rapport*

On doit noter la plus haute des valeurs des trois éprouvettes comme étant la perte en produits volatils.

4.12 *Essai de vieillissement thermique*

4.12.1 *Eprouvettes*

Les essais doivent être effectués sur trois éprouvettes A (voir 3.1) et trois éprouvettes B (voir 3.2).

4.12.2 *Méthode*

Les éprouvettes A et B doivent être chauffées ensemble dans une étuve ventilée pendant 500 h à la température de $(125 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

4.12.2.1 *Résistance d'isolement pour les éprouvettes A*

Après vieillissement, les éprouvettes doivent être refroidies à température ambiante et doivent être examinées visuellement comme décrit en 4.1. Les valeurs de la résistance d'isolement doivent ensuite être déterminées après immersion dans l'eau, comme en 4.2.2.1.

4.12.2.2 *Résultats et support*

On doit noter la valeur minimale des trois éprouvettes comme étant la valeur de la résistance d'isolement.

4.12.2.3 *Flexibilité pour les éprouvettes B*

Après vieillissement, les éprouvettes doivent être refroidies à température ambiante. La flexibilité doit alors être essayée conformément aux prescriptions relatives à l'essai de flexibilité décrit dans l'ISO 1519, à la température de $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ en utilisant un mandrin de 3 mm ou 6 mm (voir annexe A).

4.12.2.4 *Contrôle visuel*

Après l'essai de flexibilité, les éprouvettes doivent être examinées avec une vision normalement corrigée à l'aide d'un matériel optique de grossissement $\times 10$ environ, à la lumière du jour ou en lumière artificielle normale.

4.12.2.5 *Résultats et rapport*

Toute trace de craquelure ou de détérioration du revêtement de chaque éprouvette doit être notée.

4.13 *Résistance d'isolement après soumission au brouillard salin*

4.13.1 *Objet*

Déterminer la convenance d'un matériau de revêtement pour l'utilisation en atmosphère saline.

4.11.5 *Results and report*

The maximum value of the three specimens shall be reported as loss of volatile matter.

4.12 *Thermal ageing*

4.12.1 *Specimens*

The tests shall be made on three specimens A (see 3.1) and on three specimens B (see 3.2).

4.12.2 *Method*

The specimens both A and B shall be subjected to temperature exposure in an oven with forced air circulation for 500 h at $(125 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

4.12.2.1 *Insulation resistance on specimen A*

After ageing, the specimens shall be allowed to cool to room temperature and shall be visually examined as described in 4.1. Thereafter, the insulation resistance shall be determined after immersion in water, as given in 4.2.2.1.

4.12.2.2 *Results and report*

The minimum value of the three specimens shall be reported as the insulation resistance.

4.12.2.3 *Flexibility on specimen B*

After ageing, the specimens shall be allowed to cool to room temperature. Thereafter, flexibility shall be tested in accordance with the requirements of the bend test described in ISO 1519 at a temperature of $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ using a 3 mm or 6 mm diameter mandrel (see annex A).

4.12.2.4 *Visual assessment*

After the bend test, the specimens shall be examined with normally corrected vision using optical equipment with approximately $\times 10$ linear magnification in daylight or normal artificial light.

4.12.2.5 *Results and report*

Any evidence of cracking or crazing of the coating of any specimen shall be reported.

4.13 *Insulation resistance after salt mist*

4.13.1 *Object*

To determine the suitability of the coating material for use in a salt-laden atmosphere.

4.13.2 *Eprouvettes*

Les essais doivent être effectués sur cinq éprouvettes A (voir 3.1).

4.13.3 *Méthode*

L'essai doit être effectué conformément à la CEI 68-2-52.

La sévérité 1 doit être employée, après quoi les éprouvettes doivent être nettoyées par rinçage à l'eau distillée ou déminéralisée et séchées avec un papier absorbant ou du tissu. Les éprouvettes doivent pouvoir être soumises aux conditions de reprise pendant (90 ± 30) min à (23 ± 2) °C de température et à (50 ± 5) % d'humidité relative.

La résistance d'isolement doit alors être mesurée en utilisant un instrument de mesure approprié. La tension d'essai doit être (500 ± 50) V continu avec une durée d'électrisation de 1 min.

4.13.4 *Résultats et rapport*

On doit noter la valeur minimale des cinq éprouvettes comme étant la valeur de la résistance d'isolement.

4.14 *Essai en altitude et température extrême*

4.14.1 *Objet*

Déterminer l'aptitude d'un matériau de recouvrement à être utilisé sur un matériel utilisé sur un aéronef particulièrement dans des zones non chauffées et non pressurisées et aussi soumises à des expositions aux hautes températures, par examen visuel et par la mesure de la résistance d'isolement.

4.14.2 *Eprouvettes*

Les essais doivent être effectués sur cinq éprouvettes A (voir 3.1).

4.14.3 *Méthode*

Les éprouvettes doivent être soumises à l'environnement détaillé dans la CEI 68-2-2 (Essai Bb) avec une sévérité de température de (70 ± 2) °C maintenue pendant (120 ± 30) min.

Les éprouvettes doivent alors être refroidies à la température ambiante et être soumises au conditionnement détaillé de 7.1 à 7.6 de la CEI 68-2-39, en utilisant les conditions suivantes:

(-55 ± 3) °C; $(4,40 \pm 0,22)$ kPa; $(30 \text{ à } 35)$ °C.

Cette procédure cyclique doit être répétée quatre fois.

4.14.3.1 *Contrôle visuel*

Après avoir été soumises à cinq cycles conformément à 4.14.3, les éprouvettes doivent être examinées avec une vision normalement corrigée à l'aide d'un matériel optique de grossissement x 10 environ, à la lumière du jour ou en lumière artificielle normale.

4.13.2 Specimens

The test shall be made on five specimens A (see 3.1).

4.13.3 Method

The test shall be made in accordance with IEC 68-2-52.

Severity 1 shall be used, after which the specimen shall be cleaned by rinsing in distilled or demineralized water and dried with absorbent paper or cloth. The specimens shall be allowed to recover at $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ and $(50 \pm 5) \%$ relative humidity for (90 ± 30) min.

Thereafter, the insulation resistance shall be measured using a suitable measuring equipment. The test voltage shall be (500 ± 50) V d.c. using an electrification time of 1 min.

4.13.4 Results and report

The minimum value of the five specimens shall be reported as the insulation resistance.

4.14 Extreme altitude and temperature test

4.14.1 Object

To determine the suitability of the coating material to operate on equipment used in aircraft, particularly in zones which are unheated and unpressurized and also liable to exposure to high temperature, by visual examination and by measurement of insulation resistance.

4.14.2 Specimens

The test shall be made on five specimens A (see 3.1).

4.14.3 Method

The specimens shall be subjected to an environment as described in IEC 68-2-2 (Test Bb), with a severity temperature of $(70 \pm 2) ^\circ\text{C}$ maintained for (120 ± 30) min.

Thereafter, the specimens shall be allowed to cool to room temperature and shall then be conditioned in accordance with 7.1 to 7.6 of IEC 68-2-39 using the following:

$(-55 \pm 3) ^\circ\text{C}$; $(4,40 \pm 0,22)$ kPa; $(30 \text{ to } 35) ^\circ\text{C}$.

This cycle procedure shall be repeated four times.

4.14.3.1 Visual assessment

After being subjected to the five cycles according to 4.14.3, the specimens shall be examined with normally corrected vision using optical equipment with approximately x 10 linear magnification in daylight or normal artificial light.

4.14.3.2 *Résultats et rapport*

On doit noter tout vide, ride, décollement, craquelure, détérioration ou rugosité de la surface ou décoloration des conducteurs de chaque éprouvette.

4.14.4 *Résistance d'isolement*

Après avoir subi les cinq cycles selon 4.14.3, les éprouvettes doivent pouvoir être soumises aux conditions de reprise pendant (120 ± 30) min, à (23 ± 2) °C de température et à (50 ± 5) % d'humidité relative.

La résistance d'isolement doit alors être mesurée avec un instrument de mesure approprié. La tension d'essai doit être de (500 ± 50) V continu avec une durée d'électrisation de 1 min.

4.14.4.1 *Résultats et rapport*

On doit noter la valeur minimale des cinq éprouvettes comme étant la valeur de la résistance d'isolement.

4.15 *Essai de rigidité diélectrique*

4.15.1 *Objet*

Evaluer une propriété électrique du matériau de revêtement.

4.15.2 *Eprouvettes*

Les essais doivent être effectués sur cinq éprouvettes B (voir 3.2).

4.15.3 *Méthode*

L'essai de courte durée (montée rapide) doit être effectué conformément à 9.1 de la CEI 243-1.

Une électrode doit être un disque, d'un diamètre de 25 mm, de peinture conductrice pulvérisée sur la surface du revêtement. Si cela est nécessaire, une petite quantité de revêtement est ôtée du substrat (pas à moins de 25 mm du bord de l'électrode peinte) pour faire contact de façon que le substrat agisse comme deuxième électrode.

L'épaisseur doit être mesurée avec un micromètre du type à cadran sur chaque panneau et au même point après revêtement.

4.15.4 *Résultats et rapport*

La valeur de la rigidité diélectrique est la tension disruptive mesurée divisée par l'épaisseur du revêtement. Les valeurs maximale, minimale et moyenne des cinq éprouvettes doivent être notées.

4.16 *Dilatation thermique (rupture du cordon de soudure)*

A l'étude.

4.14.3.2 *Results and report*

Any voids, wrinkles, peeling, cracking, crazing or roughness of the surface or discolouration of the conductors of any specimen shall be reported.

4.14.4 *Insulation resistance*

After being subjected to the five cycles according to 4.14.3, the specimens shall again be allowed to recover at $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ and $(50 \pm 5) \%$ relative humidity for (120 ± 30) min.

Thereafter, the insulation resistance shall be measured using a suitable measuring equipment. The test voltage shall be (500 ± 50) V d.c. using an electrification time of 1 min.

4.14.4.1 *Results and report*

The minimum value of the five specimens shall be reported as the insulation resistance.

4.15 *Electric strength*

4.15.1 *Object*

To assess an electrical property of the coating material.

4.15.2 *Specimens*

The test shall be made on five specimens B (see 3.2).

4.15.3 *Method*

The short-time test (rapid rise) in accordance with 9.1 of IEC 243-1 shall be applied.

One electrode shall be a disc, 25 mm in diameter, consisting of conductive paint sprayed on to the surface of the coating. Where necessary, a small amount of the coating is removed from the substrate not less than 25 mm from the edge of the painted electrode to make contact so that the substrate acts as the second electrode.

The thickness shall be measured with a dead weight dial type micrometer on each panel and at the same point after coating.

4.15.4 *Results and report*

The value of electric strength is the breakdown voltage divided by the thickness of the coating. The maximum, minimum and median value of the five specimens shall be reported.

4.16 *Thermal expansion (solder joint failure)*

Under consideration.