

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
249-1**

Deuxième édition
Second edition
1982

Matériaux de base pour circuits imprimés

Partie 1:
Méthodes d'essai

Base materials for printed circuits

Part 1:
Test methods



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 249-1: 1982

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
249-1**

Deuxième édition
Second edition
1982

Matériaux de base pour circuits imprimés

**Partie 1:
Méthodes d'essai**

Base materials for printed circuits

**Part 1:
Test methods**

© CEI 1982 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

X

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

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
Articles	
Domaine d'application	8
1. Généralités	8
1.1 Conditions atmosphériques normales d'essai	8
1.2 Précision du chronométrage et des mesures	8
1.3 Eprouvettes d'essai	10
2. Essais électriques	12
2.0 Précautions à prendre pour certains essais électriques	12
2.1 Résistance de la feuille	16
2.2 Résistance superficielle après l'essai continu de chaleur humide	18
2.3 Résistivité transversale après l'essai continu de chaleur humide	20
2.4 Corrosion de surface	20
2.5 Corrosion de bord	22
2.6 Indice de résistance au cheminement	22
2.7 Permittivité et facteur de dissipation après chaleur humide et reprise	22
2.8 Rigidité diélectrique normale au plan de la feuille	24
2.9 Caractéristiques d'isolement à température élevée	26
3. Essais non électriques sur le matériau à recouvrement métallique	26
3.1 Courbure	26
3.2 Courbure après traitement thermique	28
3.3 Vrillage	28
3.4 Vrillage après traitement thermique	30
3.5 Force d'arrachement	30
3.6 Force d'adhérence	32
3.7 Cloquage après choc thermique	40
3.8 Poinçonnage et usinage	42
3.9 Etat de surface	42
3.10 Soudabilité	44
3.11 Stabilité dimensionnelle	44
3.12 Résistance aux flexions répétées	48
3.13 Masse de la feuille métallique par unité de surface, après collage (par gravure)	52
3.14 Epaisseur	52
4. Essais non électriques sur le support isolant	54
4.1 Flexion	54
4.2 Aucun essai n'est attribué à ce paragraphe	54
4.3 Inflammabilité	54
4.4 Absorption d'eau	64
FIGURES	66

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
Scope	9
1. General	9
1.1 Standard atmospheric conditions	9
1.2 Precision of timing and measurements	9
1.3 Test specimens	11
2. Electrical tests	13
2.0 Precautions to be taken in certain electrical tests	13
2.1 Resistance of foil	17
2.2 Surface resistance after damp heat, steady state	19
2.3 Volume resistivity after damp heat, steady state	21
2.4 Surface corrosion	21
2.5 Corrosion at the edge	23
2.6 Comparative tracking index	23
2.7 Permittivity and dissipation factor after damp heat and recovery	23
2.8 Electric strength normal to plane of sheet	25
2.9 Properties of insulation at elevated temperature	27
3. Non-electrical tests on metal-clad materials	27
3.1 Bow	27
3.2 Bow after heating	29
3.3 Twist	29
3.4 Twist after heating	31
3.5 Pull-off strength	31
3.6 Peel strength	33
3.7 Blistering after heat shock	41
3.8 Punching and machining	43
3.9 Surface finish	43
3.10 Solderability	45
3.11 Dimensional stability	45
3.12 Flexural fatigue	49
3.13 Mass per unit area of metal foil after lamination (by etching)	53
3.14 Thickness	53
4. Non-electrical tests on the base material	55
4.1 Flexural strength	55
4.2 No test is assigned to this sub-clause	55
4.3 Flammability	55
4.4 Water absorption	65
FIGURES	66

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MATÉRIAUX DE BASE POUR CIRCUITS IMPRIMÉS

Première partie: Méthodes d'essai

PRÉAMBULE

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

PRÉFACE

La présente norme a été établie par le Comité d'Etudes N° 52 de la CEI: Circuits imprimés.

Elle constitue la deuxième édition de la première partie de la Publication 249 de la CEI.

Un premier projet fut discuté lors de la réunion tenue à Santa Margherita en 1977. A la suite de cette réunion, le projet, document 52(Bureau Central)155, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en juin 1978.

Des modifications, document 52(Bureau Central)200, furent soumises à l'approbation des Comités nationaux selon la Procédure des Deux Mois en juin 1980.

Les Comités nationaux des pays ci-après se sont prononcés explicitement en faveur de la publication:

Afrique du Sud (République d')	France
Allemagne	Hongrie
Australie	Israël
Autriche	Italie
Belgique	Pays-Bas
Bésil	Roumanie
Canada	Royaume-Uni
Danemark	Suède
Egypte	Suisse
Espagne	Turquie
Etats-Unis d'Amérique	Union des Républiques Socialistes Soviétiques
Finlande	Yougoslavie

Un autre projet, relatif aux paragraphes 2.2, 2.3 et 2.7 concernant les mesures électriques après l'essai continu de chaleur humide, fut discuté lors de la réunion tenue à Baden-Baden en 1979. A la suite de cette réunion, le projet, document 52(Bureau Central)197, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en mars 1980.

Les Comités nationaux des pays ci-après se sont prononcés explicitement en faveur de la publication:

Afrique du Sud (République d')	France
Allemagne	Hongrie
Australie	Italie
Autriche	Roumanie
Belgique	Royaume-Uni
Bulgarie	Suède
Chine	Suisse
Cuba (République de)	Turquie
Egypte	Union des Républiques Socialistes Soviétiques
Espagne	Yougoslavie

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

BASE MATERIALS FOR PRINTED CIRCUITS

Part 1: Test methods

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This standard has been prepared by IEC Technical Committee No. 52: Printed Circuits.

It forms the second edition of the first part of IEC Publication 249.

A first draft was discussed at the meeting held in Santa Margherita in 1977. As a result of this meeting, a draft, Document 52(Central Office)155, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in June 1978.

Amendments, Document 52(Central Office)200, were submitted to the National Committees for approval under the Two Months' Procedure in June 1980.

The National Committees of the following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	Italy
Austria	Netherlands
Belgium	Romania
Brazil	South Africa (Republic of)
Canada	Spain
Denmark	Sweden
Egypt	Switzerland
Finland	Turkey
France	Union of Soviet Socialist Republics
Germany	United Kingdom
Hungary	United States of America
Israel	Yugoslavia

A further draft, relative to Sub-clauses 2.2, 2.3 and 2.7, dealing with electrical measurements after damp heat, steady state, was discussed at the meeting held in Baden-Baden in 1979. As a result of this meeting, a draft, Document 52(Central Office)197, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in March 1980.

The National Committees of the following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	Italy
Austria	Romania
Belgium	South Africa (Republic of)
Bulgaria	Spain
China	Sweden
Cuba (Republic of)	Switzerland
Egypt	Turkey
France	Union of Soviet Socialist Republics
Germany	United Kingdom
Hungary	Yugoslavia

Un projet concernant d'autres modifications fut discuté lors de la réunion tenue à Bruxelles en novembre 1980. A la suite de cette réunion, un projet, document 52(Bureau Central)212 fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en janvier 1981.

Les Comités nationaux des pays ci-après se sont prononcés explicitement en faveur de la publication du document 52(Bureau Central)212:

Afrique du Sud (République d')	Italie
Allemagne	Japon
Australie	Norvège
Autriche	Pays-Bas
Belgique	République Démocratique Allemande
Brésil	Roumanie
Bulgarie	Royaume-Uni
Chine	Suède
Corée (République de)	Suisse
Egypte	Turquie
Espagne	Union des Républiques
France	Socialistes Soviétiques

Autres publications de la CEI citées dans la présente norme :

- Publications n°s
- 68-1: Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique, Première partie: Généralités.
 - 68-2-2: Deuxième partie: Essais — Essai B: Chaleur sèche.
 - 68-2-3: Deuxième partie: Essais — Essai Ca: Essai continu de chaleur humide.
 - 68-2-20: Deuxième partie: Essais — Essai T: Soudure.
 - 93: Méthodes pour la mesure de la résistivité transversale et de la résistivité superficielle des matériaux isolants électriques solides.
 - 112: Méthode pour déterminer les indices de résistance et de tenue au cheminement des matériaux isolants solides dans des conditions humides.
 - 194: Termes et définitions concernant les circuits imprimés.
 - 243: Méthodes d'essai recommandées pour la détermination de la rigidité diélectrique des matériaux isolants solides aux fréquences industrielles.
 - 249-3: Matériaux de base pour circuits imprimés, Troisième partie: Matériaux spéciaux utilisés en association avec les circuits imprimés.
 - 250: 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).
 - 426: Méthodes d'essais pour la détermination de la corrosion électrolytique en présence de matériaux isolants.

A draft concerning further amendments was discussed at the meeting held in Brussels in November 1980. As a result of this meeting, a draft, Document 52(Central Office)212 was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in January 1981.

The National Committees of the following countries voted explicitly in favour of publication of Document 52(Central Office)212:

Australia	Korea (Republic of)
Austria	Netherlands
Belgium	Norway
Brazil	Romania
Bulgaria	South Africa (Republic of)
China	Spain
Egypt	Sweden
France	Switzerland
German Democratic Republic	Turkey
Germany	Union of Soviet
Italy	Socialist Republics
Japan	United Kingdom

Other IEC publications quoted in this standard:

- Publications Nos. 68-1: Basic Environmental Testing Procedures, Part 1: General.
- 68-2-2: Part 2: Tests — Test B: Dry Heat.
- 68-2-3: Part 2: Tests — Test Ca: Damp Heat, Steady State.
- 68-2-20: Part 2: Tests — Test T: Soldering.
- 93: Methods of Test for Volume Resistivity and Surface Resistivity of Solid Electrical Insulating Materials.
- 112: Method for Determining the Comparative and the Proof Tracking Indices of Solid Insulating Materials under Moist Conditions.
- 194: Terms and Definitions for Printed Circuits.
- 243: Recommended Methods of Test for Electric Strength of Solid Insulating Materials at Power Frequencies.
- 249-3: Base Materials for Printed Circuits, Part 3: Special Materials used in Connection with Printed Circuits.
- 250: Recommended Methods for the Determination of the Permittivity and Dielectric Dissipation Factor of Electrical Insulating Materials at Power, Audio and Radio Frequencies including Metre Wavelengths.
- 426: Test Methods for Determining Electrolytic Corrosion with Insulating Materials.

MATÉRIAUX DE BASE POUR CIRCUITS IMPRIMÉS

Première partie: Méthodes d'essai

Domaine d'application

La présente norme décrit les méthodes d'essai des propriétés électriques, mécaniques et autres des supports isolants en feuilles ou en rouleaux utilisés dans le domaine des circuits imprimés, indépendamment de la nature du support isolant de base.

Note. — Les méthodes d'essai spécifiques des matériaux faisant l'objet de la Publication 249-3 de la CEI: Matériaux de base pour circuits imprimés, Troisième partie: Matériaux spéciaux utilisés en association avec les circuits imprimés, sont contenues dans la troisième partie et ne sont pas comprises dans la présente partie de la publication. Les méthodes décrites pour la préparation des éprouvettes d'essai des supports isolants métallisés ne sont parfaitement adaptées qu'aux supports isolants recouverts de cuivre. Elles pourront être étendues ultérieurement aux supports isolants recouverts d'autres métaux.

Le nombre d'éprouvettes spécifié pour mesurer chaque propriété est le nombre requis pour donner un résultat d'essai d'une précision suffisante pour évaluer un unique échantillon de matériau. Lorsque l'essai est destiné à une homologation, il convient de prélever ce nombre d'éprouvettes sur chaque feuille essayée. Lorsque l'essai est destiné à l'assurance continue de la qualité, le nombre d'éprouvettes prélevé sur chaque feuille (échantillon) dépend du système d'assurance de qualité mis en œuvre et de son plan d'échantillonnage.

1. Généralités

1.1 Conditions atmosphériques normales d'essai

1.1.1 Préconditionnement

Sauf spécification contraire, chaque éprouvette d'essai est preconditionnée avant l'exécution de l'essai et des mesures ou avant l'exécution des mesures, dans les conditions normales d'essai spécifiées au paragraphe 5.3 de la Publication 68-1 de la CEI: Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique, Première partie: Généralités, pendant un temps suffisant pour permettre que l'éprouvette entière atteigne l'équilibre thermique.

1.1.2 Essais

Sauf spécification contraire, tous les essais sont exécutés dans les conditions atmosphériques normales d'essais spécifiées dans la Publication 68 de la CEI.

Si cela est nécessaire, la température ambiante et l'humidité relative ambiante auxquelles se fait l'essai ou la mesure sont indiquées dans le rapport.

En cas de différend entre acheteur et fournisseur sur les résultats, les essais sont effectués dans l'une des «conditions des essais d'arbitrage» spécifiées au paragraphe 5.2 de la Publication 68-1 de la CEI.

1.2 Précision du chronométrage et des mesures

1.2.1 Durées

Sauf spécification contraire, les durées admises pour les procédures de conditionnement et d'essai ne doivent pas s'écarter de plus de $\pm 10\%$ des durées prescrites.

BASE MATERIALS FOR PRINTED CIRCUITS

Part 1: Test methods

Scope

This standard describes methods for testing electrical, mechanical and other properties of base materials in sheet or roll form for application in the field of printed circuits irrespective of the nature of the insulating base material.

Note. — Those methods which are specific to the testing of the materials given in IEC Publication 249-3: Base Materials for Printed Circuits, Part 3: Special Materials Used in Connection with Printed Circuits, are contained in Part 3 and are not included in this part of the publication.

The methods described for the preparation of test specimens from metal-clad materials are complete for copper-clad materials only. They may be expanded in future to include materials clad with other metals.

The number of specimens stated to measure each property is the number required to produce a test result of sufficient precision to evaluate a single sample of material. For purposes of qualification approval this number of specimens should be taken from each sheet tested. For purposes of continuous assessment of quality, the number of specimens taken from each sheet (sample) tested depends on the quality assurance system used and on its sampling plans.

1. General

1.1 *Standard atmospheric conditions*

1.1.1 *Pre-conditioning*

Unless otherwise specified, each test specimen shall, before test and/or before measurements are made, be pre-conditioned in the standard atmospheric conditions for testing specified in Sub-clause 5.3 of IEC Publication 68-1: Basic Environmental Testing Procedures, Part 1: General, for a time sufficient to allow the entire specimen to reach temperature equilibrium.

1.1.2 *Testing*

Unless otherwise specified, all tests shall be carried out in the standard atmospheric conditions for testing specified in IEC Publication 68.

If required, the ambient temperature and the ambient relative humidity at which the test or measurement is made shall be stated in the report.

In case of dispute between purchaser and supplier concerning results, the tests shall be carried out in one of the “referee conditions” specified in Sub-clause 5.2 of IEC Publication 68-1.

1.2 *Precision of timing and measurements*

1.2.1 *Lengths of time*

Unless otherwise specified, the lengths of time allowed for conditioning and test procedure shall not deviate by more than $\pm 10\%$ from the durations stated.

1.2.2 Précision numérique dans la transcription des résultats

Les mesures effectuées pour déterminer la conformité avec les prescriptions figurant dans les spécifications de la deuxième partie et des parties suivantes sont exprimées avec le même nombre de chiffres significatifs que les prescriptions elles-mêmes, sauf spécification contraire.

1.3 Epreuves d'essai

1.3.1 Préparation des épreuves gravées de matériau de base recouvert de cuivre

1.3.1.1 Lavage et impression pour obtenir une impression d'essai

Pour obtenir une impression d'essai, la face cuivrée d'un échantillon de la feuille à l'essai est d'abord nettoyée avec de l'eau, une poudre abrasive, de pierre ponce par exemple (voir note), et au besoin du phosphate trisodique jusqu'à ce que l'eau recouvre la face entière de l'éprouvette d'une couche continue. Une plongée additionnelle dans une solution à 10% de HCl suivie de rinçage peut être nécessaire.

Le dessin est imprimé sur la face cuivrée par photogravure ou toute autre méthode donnant la précision spécifiée.

1.3.1.2 Méthode de gravure

La gravure, qu'elle soit faite pour obtenir une impression d'essai ou enlever entièrement la feuille de cuivre, est effectuée par une méthode de gravure convenable. En cas de différend entre acheteur et fournisseur, la gravure est effectuée par une aspersion ou par une méthode équivalente avec une solution de chlorure ferrique de masse volumique 1,32 g/cm³ à 1,41 g/cm³. La température de la solution ne doit pas excéder 37 °C.

Le temps de gravure pour obtenir une impression d'essai doit être suffisant pour produire une image claire et distincte.

Le temps de gravure pour des feuilles de masse par unité de surface donnée ne doit pas excéder celui qui est indiqué dans le tableau suivant:

Masse nominale de la feuille, g/m ²	152	230	305	610	915
oz/ft ²	0,5	0,75	1,0	2,0	3,0
Temps de gravure, minutes max.	6	6	7	14	21

Pour des feuilles de valeurs de masse intermédiaires, le temps maximal de gravure est déterminé par interpolation linéaire.

Pour des feuilles situées à l'extérieur de la gamme donnée, le temps maximal de gravure doit faire l'objet d'un accord entre acheteur et fournisseur.

L'éprouvette ne doit pas être utilisée pour l'essai si des particules de cuivre restent après gravure.

1.3.1.3 Nettoyage et séchage après gravure

Aussitôt après sa gravure, l'éprouvette est lavée à l'eau courante froide de résistivité supérieure ou égale à 10 Ωm pendant un temps aussi long qu'il est nécessaire pour éliminer la contamination de la surface (généralement de 15 min à 30 min).

Si une impression d'essai a été gravée, la réserve est enlevée par tout moyen approprié (par exemple en frottant légèrement avec de l'eau et de la pierre ponce (voir note) au moyen d'un tampon de feutre monté sur une surface rigide).

1.2.2 Numerical precision in reporting results

Measurements to determine compliance with the requirements in the specifications in Part 2 onwards shall be expressed with the same number of significant figures as the requirements themselves, unless otherwise specified.

1.3 Test specimens

1.3.1 Preparation of etched test specimens from copper-clad base materials

1.3.1.1 Washing and printing to form test patterns

If a test pattern is to be formed, the copper face of a sample of the sheet under test shall first be washed with water, an abrasive powder, for example, pumice (see note) and, if necessary, trisodium phosphate, until water will remain in an unbroken film covering the whole face. An additional dip into a 10% HCl solution followed by rinsing may be necessary.

The pattern shall be printed on the copper face by means of photoengraving or other technique giving the specified accuracy.

1.3.1.2 Method of etching

Etching, whether for forming test patterns or for the complete removal of the foil, shall be carried out by a suitable etching procedure. In cases of dispute between purchaser and supplier, the etching shall be carried out with a spray or by an equivalent method, with an aqueous solution of ferric chloride of density 1.32 g/cm³ to 1.41 g/cm³. The temperature of the solution shall not exceed 37 °C.

If a test pattern is being formed, the etching time shall be sufficient to produce a clear and distinct image.

The etching times for foils of preferred mass per unit area shall not exceed those shown in the following table:

Nominal mass of foil, g/m ²	152	230	305	610	915
oz/ft ²	0.5	0.75	1.0	2.0	3.0
Etching time, max. minutes	6	6	7	14	21

For foils of intermediate mass, the maximum etching time shall be determined by linear interpolation.

For foils outside the given range, the maximum etching time shall be agreed between purchaser and supplier.

If particles of copper remain after the etching, the specimen shall not be used for testing.

1.3.1.3 Cleaning and drying after etching

Immediately after it is etched, the specimen shall be washed in cold running water of resistivity not less than 10 Ωm for as long as necessary to remove surface contamination (normally 15 min to 30 min).

If a test pattern has been formed, the resist shall be removed by any suitable means (for example, a light scrubbing with water and pumice (see note) applied with a felt pad mounted on a firm surface).

On doit veiller à ne pas user la couche adhésive.

Le nettoyage est poursuivi jusqu'à ce que l'eau recouvre d'une mince couche continue la totalité de la face de l'éprouvette. Tout résidu de pierre ponce ou autre produit nettoyant est éliminé à l'eau courante.

L'éprouvette est ensuite rincée trois fois, pendant 2 min chaque fois, dans des eaux différentes de résistivité supérieure ou égale à 1 000 Ωm .

On fait s'écouler l'eau de la surface et l'éprouvette est séchée pendant $4\text{ h} \pm 10\text{ min}$ à $55 \pm 2\text{ }^\circ\text{C}$ dans une étuve. Tous les essais doivent débuter dans les trois semaines qui suivent la sortie de l'étuve. Pendant cette période, jusqu'au début du préconditionnement défini au paragraphe 1.1.1, les éprouvettes sont conservées dans une enceinte convenable afin d'éviter toute contamination.

Note. — La pierre ponce d'une dimension de grain de 63 μm selon la Norme ISO 565 est satisfaisante.

1.3.2 Préparation des éprouvettes d'essai de matériau recouvert d'un autre métal que le cuivre

Aucune recommandation n'est faite.

1.3.3 Nombres et dimensions des éprouvettes

Les nombres et dimensions des éprouvettes sont spécifiés dans chaque méthode d'essai, mais sont aussi résumés, par souci de commodité, dans le tableau I, page 14.

2. Essais électriques

2.0 Précautions à prendre pour certains essais électriques

Pour certains essais électriques, il est nécessaire d'éviter toute contamination de l'éprouvette. Durant ces essais, la manipulation des éprouvettes doit être réduite au minimum en les maintenant par les bords ou par les fils de connexion le cas échéant.

La manipulation doit être faite avec des gants de caoutchouc ou de polyéthylène.

L'utilisation de dispositifs de fixation possédant des contacts à ressort évite d'avoir à utiliser des fils de connexion, de la soudure et des flux.

Si des fils de connexion sont soudés, on doit éviter toute contamination de la surface du matériau isolant par le flux de soudage; il convient d'utiliser un masque à cet effet.

L'utilisation de solvants pour retirer les impuretés peut contribuer à répandre les impuretés sur la surface.

Les articles ci-dessous indiquent dans quels cas ces précautions sont nécessaires.

Care shall be taken to minimize abrasion of any adhesive layer.

The cleaning process shall be continued until water will remain in an unbroken film covering the whole face of the test specimen. Any residue of pumice or other cleaning agent shall be washed off with running water.

The specimen shall then be rinsed three times, for 2 min each time, in different lots of water of resistivity not less than 1 000 Ωm .

Surface water shall then be removed from it, and it shall be dried for 4 h $\pm$ 10 min at 55 $\pm$ 2 $^{\circ}\text{C}$ in an oven. All tests shall start within three weeks of removal from the oven. During this time, until pre-conditioning in accordance with Sub-clause 1.1.1 is started, the specimens shall be kept in a container suitable to avoid contamination.

Note. — Pumice with a grain dimension of 63 μm according to ISO Standard 565 is satisfactory.

1.3.2 *Preparation of test specimens from materials clad with metals other than copper*

No recommendations are made.

1.3.3 *Numbers and dimensions of test specimens*

The numbers and dimensions of test specimens are specified in each test method, but are also summarized for convenience in Table I, page 15.

2. **Electrical tests**

2.0 *Precautions to be taken in certain electrical tests*

In certain electrical tests it is necessary to guard against contamination of the test specimen. During these tests, handling of the specimens shall be kept to a minimum, the specimens being held by the edges or by the connecting wires as appropriate.

Rubber or polyethylene gloves shall be worn.

The use of fixtures with spring loaded contacts removes the need for connecting wires, solders and fluxes.

If connecting wires are being attached, care shall be taken to prevent any contamination of the surface of the insulating base material by solder flux. A mask should be used for this purpose.

The use of solvents for removing contaminants may result in spreading the contaminants over the whole surface.

The relevant clauses show where these precautions are needed.

TABLEAU I
Nombres et dimensions des éprouvettes

Para- graphe	Méthode d'essai	Nombre d'éprouvettes à l'essai	Dimensions des éprouvettes d'essai
2.1	Résistance de la feuille	4	25 ± 0,2 mm × 330 mm (0,98 ± 0,008 in × 13 in)
2.2	Résistance superficielle	4	100 mm × 100 mm (4 in × 4 in) Figure 1
2.3	Résistivité transversale	4	Comme aux paragraphes 2.2/2.3 Figure 1
2.4	Corrosion de surface	4	Longueur approx. 24 mm (0,94 in)
2.5	Corrosion de bord	4	Largeur: en fonction de l'appareillage
2.7	Permittivité et facteur de dissipation	4	Selon la méthode utilisée
2.8	Rigidité diélectrique normale au plan de la feuille	5 essais	100 mm × 100 mm, épaisseur 0,4 mm ou moins
2.9	Résistance superficielle et résistivité transversale	4	Comme aux paragraphes 2.2/2.3
3.1	Courbure	1	Feuille à l'essai
3.3	Vrillage	1	Feuille à l'essai, épaisseur non inférieure à 0,8 mm
3.5	Force d'arrachement	10 pastilles	Toute dimension appropriée
3.6	Force d'adhérence		
3.6.2	a) après choc thermique	1 au moins (4 bandes)	
3.6.3	b) après chaleur sèche	1 au moins (4 bandes)	
3.6.4	c) après exposition à la vapeur de solvant	1 au moins (4 bandes)	
3.6.5	d) après exposition à des conditions simulées de revêtement électrolytique	1 au moins (4 bandes)	≥ 75 mm × 50 ± 1 mm (≥ 3 in × 2 ± 0,04 in)
3.6.6	e) après immersion dans un solvant	1 au moins (4 bandes)	
3.6.7	f) à haute température	1 au moins (4 bandes)	
3.7	Cloquage après choc thermique	1	100 mm × 100 mm (4 in × 4 in) Figure 1
3.9	Etat de surface	1	Feuille à l'essai
3.10	Soudabilité	10 de chaque face pour le mouillage 10 de chaque face pour le démouillage	30 ± 1 mm × 30 ± 1 mm (1,2 ± 0,04 in × 1,2 ± 0,04 in)
3.11	Stabilité dimensionnelle	3	300 mm × 300 mm (12 in × 12 in) Figures 10 et 11
3.12	Résistance aux flexions répétées	2 dans chaque sens	100 mm × 22 ± 2 mm (4 in × 0,9 ± 0,1 in) Figure 12
3.13	Masse surfacique de la feuille métallique	1	100 mm × 100 mm (4 in × 4 in)
3.14	Épaisseur	1	Feuille à l'essai
4.1	Flexion	5 dans chaque sens	Longueur: au moins 20 × épaisseur du support isolant Largeur: 10 ± 0,5 mm (0,394 ± 0,02 in) ou 25 ± 0,5 mm (0,984 ± 0,02 in) selon l'épaisseur
4.3	Inflammabilité		
4.3.3	Essai de combustion horizontale pour supports isolants rigides	4	125 ± 5 mm × 13 ± 1 mm (4,92 ± 0,2 in × 0,51 ± 0,04 in)
4.3.4	Essai de combustion verticale pour supports isolants rigides	10 ou plus	125 ± 5 mm × 13 ± 1 mm (4,92 ± 0,2 in × 0,51 ± 0,04 in)
4.3.5	Essai de combustion verticale pour supports isolants flexibles	4	450 mm × 25 mm (18 in × 1 in)
4.4	Absorption d'eau	3	50 ± 1 mm × 50 ± 1 mm (1,97 ± 0,04 in × 1,97 ± 0,04 in)

TABLE I
Numbers and dimensions of test specimens

Sub-clause	Test method	Number of specimens to be tested	Dimension of test specimen
2.1	Resistance of foil	4	$25 \pm 0.2 \text{ mm} \times 330 \text{ mm}$ ($0.98 \pm 0.008 \text{ in} \times 13 \text{ in}$)
2.2	Surface resistance	4	$100 \text{ mm} \times 100 \text{ mm}$ (4 in $\times$ 4 in) Figure 1
2.3	Volume resistivity	4	As Sub-clauses 2.2/2.3, Figure 1
2.4	Surface corrosion	4	Length appr. 24 mm (0.94 in)
2.5	Corrosion at the edge	4	Width: to suit apparatus
2.7	Permittivity and dissipation factor	4	To suit method used
2.8	Electric strength normal to plane of sheet	5 tests	$100 \text{ mm} \times 100 \text{ mm}$, thickness 0.4 mm or less
2.9	Surface resistance and volume resistivity	4	As Sub-clauses 2.2/2.3
3.1	Bow	1	Sheet under test
3.3	Twist	1	Sheet under test, thickness not less than 0.8 mm
3.5	Pull-off strength	10 lands	Any convenient size
3.6	Peel strength		
3.6.2	a) after heat shock	At least 1 (4 strips)	
3.6.3	b) after dry heat	At least 1 (4 strips)	
3.6.4	c) after exposure to solvent vapour	At least 1 (4 strips)	
3.6.5	d) after exposure to simulated plating conditions	At least 1 (4 strips)	$\geq 75 \text{ mm} \times 50 \pm 1 \text{ mm}$ ($\geq 3 \text{ in} \times 2 \pm 0.04 \text{ in}$)
3.6.6	e) after immersion in solvent	At least 1 (4 strips)	
3.6.7	f) at high temperature	At least 1 (4 strips)	
3.7	Blistering after heat shock	1	$100 \text{ mm} \times 100 \text{ mm}$ (4 in $\times$ 4 in) Figure 1
3.9	Surface finish	1	Sheet under test
3.10	Solderability	10 of each side for wetting 10 of each side for de-wetting	$30 \pm 1 \text{ mm} \times 30 \pm 1 \text{ mm}$ ($1.2 \pm 0.04 \text{ in} \times 1.2 \pm 0.04 \text{ in}$)
3.11	Dimensional stability	3	$300 \text{ mm} \times 300 \text{ mm}$ (12 in $\times$ 12 in) Figures 10 and 11
3.12	Flexural fatigue	2 in each of two directions	$100 \text{ mm} \times 22 \pm 2 \text{ mm}$ (4 in $\times$ $0.9 \pm 0.1 \text{ in}$) Figure 12
3.13	Mass per unit area of metal foil	1	$100 \text{ mm} \times 100 \text{ mm}$ (4 in $\times$ 4 in)
3.14	Thickness	1	Sheet under test
4.1	Flexural strength	5 in each of two directions	Length: at least $20 \times$ thickness of base material Width: $10 \pm 0.5 \text{ mm}$ ($0.394 \pm 0.02 \text{ in}$) or $25 \pm 0.5 \text{ mm}$ ($0.984 \pm 0.02 \text{ in}$) according to thickness
4.3	Flammability		
4.3.3	Horizontal burning test for rigid materials	4	$125 \pm 5 \text{ mm} \times 13 \pm 1 \text{ mm}$ ($4.92 \pm 0.2 \text{ in} \times 0.51 \pm 0.04 \text{ in}$)
4.3.4	Vertical burning test for rigid materials	10 or more	$125 \pm 5 \text{ mm} \times 13 \pm 1 \text{ mm}$ ($4.92 \pm 0.2 \text{ in} \times 0.51 \pm 0.04 \text{ in}$)
4.3.5	Vertical burning test for flexible materials	4	$450 \text{ mm} \times 25 \text{ mm}$ (18 in $\times$ 1 in)
4.4	Water absorption	3	$50 \pm 1 \text{ mm} \times 50 \pm 1 \text{ mm}$ ($1.97 \pm 0.04 \text{ in} \times 1.97 \pm 0.04 \text{ in}$)

2.1 Résistance de la feuille

2.1.1 Objet

Mesurer la résistance de la feuille soit avant réalisation du stratifié, soit comme partie du support isolant métallisé.

2.1.2 Epreuve

L'éprouvette est coupée dans un échantillon, soit de la feuille de métal, soit du support isolant métallisé. Ces dimensions sont: largeur $25 \pm 0,2$ mm, longueur approximativement 330 mm ($0,98 \pm 0,008$ in $\times$ 13 in).

L'essai est effectué sur quatre éprouvettes.

2.1.3 Méthode d'essai

L'éprouvette est placée avec sa surface métallisée en contact avec les lames ou les points de contact. Les lames sont en contact avec la feuille sur toute sa largeur et sont perpendiculaires à l'axe longitudinal de l'éprouvette. Le courant est appliqué et son intensité est mesurée entre lames de contact distantes d'environ 300 mm (11,8 in). La résistance en milliohms est mesurée entre lames ou points de contact distants de 150 ± 1 mm ($5,9 \pm 0,04$ in) et équidistants des points d'application du courant.

L'intensité est maintenue suffisamment faible pour éviter que la température de la feuille ne s'élève de plus de 1 °C. La température ambiante est mesurée et la valeur de la résistance est corrigée à 20 °C.

Pour du cuivre ayant une conductivité de 96%*, le facteur de correction est donné par la formule:

$$k = \frac{1}{1 + 0,00378 (t - 20)}$$

Les valeurs de k pour des températures comprises entre + 15 °C et + 35 °C sont données dans le tableau ci-après:

Facteurs de correction

Température (°C)	Facteur de correction	Température (°C)	Facteur de correction
15	1,019	26	0,978
16	1,015	27	0,974
17	1,011	28	0,971
18	1,008	29	0,967
19	1,004	30	0,964
20	1,000	31	0,960
21	0,996	32	0,957
22	0,992	33	0,953
23	0,989	34	0,950
24	0,985	35	0,946
25	0,981		

2.1.4 Rapport

La valeur maximale des quatre résistances mesurées ou corrigées est notée comme étant la résistance de la feuille.

* Spécification internationale pour le cuivre type recuit (I.A.C.S.).

2.1 Resistance of foil

2.1.1 Object

To measure the resistance of foil either before laminating or as part of a metal-clad base material.

2.1.2 Test specimen

The test specimen shall be cut from a sample of either the metal foil or the metal-clad base material, as required. It shall be 25 ± 0.2 mm wide and approximately 330 mm long (0.98 ± 0.008 in $\times$ 13 in).

Four specimens shall be tested.

2.1.3 Procedure

The test specimen shall be placed with its foil surface touching line or point contacts. Line contacts shall touch the foil across its whole width and shall be at right angles to the major axis of the test specimen. The current shall be supplied and measured between line contacts which are approximately 300 mm (11.8 in) apart. The resistance of the foil in milliohms shall be measured between line or point contacts which are 150 ± 1 mm (5.9 ± 0.04 in) apart and equidistant from the current supply contacts.

The current shall be kept small enough to avoid the temperature of the foil rising by more than 1 °C. The ambient temperature shall be measured, and the resistance value corrected to 20 °C.

For copper of 96% conductivity* the correction factor is given by the formula:

$$k = \frac{1}{1 + 0.00378(t - 20)}$$

The values of k for temperatures between +15 °C and +35 °C are given in the following table:

Correction factors

Temperature (°C)	Correction factor	Temperature (°C)	Correction factor
15	1.019	26	0.978
16	1.015	27	0.974
17	1.011	28	0.971
18	1.008	29	0.967
19	1.004	30	0.964
20	1.000	31	0.960
21	0.996	32	0.957
22	0.992	33	0.953
23	0.989	34	0.950
24	0.985	35	0.946
25	0.981		

2.1.4 Report

The maximum value of the four resistances measured or corrected shall be reported as the resistance of the foil.

* International Annealed Copper Standard (I.A.C.S.).

2.2 Résistance superficielle après l'essai continu de chaleur humide

Déterminer la résistance entre deux électrodes de dimensions définies qui sont sur la surface d'un matériau de base isolant, après une épreuve de forte humidité.

2.2.1 Epreuve

L'éprouvette est préparée à partir d'un échantillon du support isolant métallisé à l'essai. C'est un carré de 100 mm (4 in) environ de côté; avant l'impression, son épaisseur est celle du matériau.

Le dessin de l'anneau et du disque, représenté à la figure 1, page 66, est imprimé, sur une face, selon la méthode appropriée du paragraphe 1.3. Si l'échantillon est recouvert de métal sur les deux faces, le métal de l'autre face de l'éprouvette est entièrement enlevé selon la méthode appropriée du paragraphe 1.3.

Les fils de connexion ou les contacts à ressort sont alors fixés à l'anneau et au disque.

Quatre éprouvettes sont essayées.

2.2.2 Méthode d'essai

On utilise un système à trois électrodes décrit dans la Publication 93 de la CEI: Méthodes pour la mesure de la résistivité transversale et de la résistivité superficielle des matériaux isolants électriques solides. Sur le revers de l'éprouvette, une électrode couvrant la totalité de cette face est appliquée à l'aide de toute méthode convenable, sauf que les électrodes déposées par évaporation ou par projection ne sont pas autorisées.

L'éprouvette est ensuite soumise à l'essai Ca (sévérité quatre jours) de la Publication 68-2-3 de la CEI: Deuxième partie: Essais — Essai Ca: Essai continu de chaleur humide (à moins que des dispositions différentes ne soient requises), y compris la reprise. Les conditions atmosphériques de reprise sont les suivantes: durée de reprise: 90 ± 15 min; humidité relative: entre 73% et 77%. La température ne doit pas s'écarter de plus de 1°C de la température réelle du laboratoire, comprise entre $+18^\circ\text{C}$ et $+28^\circ\text{C}$.

La résistance entre l'anneau et le disque est mesurée selon la méthode indiquée ci-dessous, soit à la fin de la période d'humidité avant retrait de l'éprouvette de la chambre humide, soit à la fin de la période de reprise, auquel cas l'éprouvette est retirée des conditions de reprise et la résistance entre l'anneau et le disque est mesurée dans les 5 min.

La mesure après reprise est conforme à la procédure normale, tandis que la mesure à l'intérieur de l'enceinte hygrométrique est soumise à l'accord entre acheteur et fournisseur.

La mesure de la résistance est effectuée comme décrit dans la Publication 93 de la CEI à 500 ± 50 V (courant continu) après électrification de 1 min. Les connexions électriques sont effectuées sur l'éprouvette comme le montre la figure 2, page 67. L'appareillage utilisé pour mesurer la résistance doit être tel que l'erreur de mesure soit inférieure à $\pm 50\%$.

Les précautions et prescriptions applicables du paragraphe 2.0 et de la Publication 68-2-3 de la CEI doivent être observées.

Les mesures de résistance superficielle et de résistance transversale (à convertir en résistivité transversale selon le paragraphe 2.3) peuvent être effectuées sur la même éprouvette; dans ce cas, la résistance superficielle est mesurée en premier lieu. Lorsque les mesures se succèdent directement, un seul conditionnement est nécessaire.

2.2.3 Rapport

La valeur minimale des quatre mesures de résistance superficielle est notée comme étant la résistance superficielle après essai continu de chaleur humide de l'échantillon à l'essai. Elle est exprimée en mégohms.

2.2 Surface resistance after damp heat, steady state

To determine the resistance between two electrodes of defined dimensions which are on the surface of the insulating base material after storage at high humidity.

2.2.1 Test specimen

The test specimen shall be prepared from a sample of the metal-clad base material under test. It shall be approximately 100 mm (4 in) square and, before it is printed, its thickness shall be that of the material.

It shall be printed on one side with the ring and disk pattern of Figure 1, page 66, by the appropriate method of Sub-clause 1.3. If the sample is clad with metal on both sides, the metal on the other side of the specimen shall be completely removed by the appropriate method of Sub-clause 1.3.

Connecting wires or spring loaded contacts may then be attached to the ring and the disk.

Four specimens shall be tested.

2.2.2 Procedure

A three-electrode system as described in IEC Publication 93: Methods of Test for Volume Resistivity and Surface Resistivity of Solid Electrical Insulating Materials, shall be used. On the reverse face of the specimen, an electrode covering the whole of that face shall be applied by any convenient method, except that neither an evaporated nor a sputtered metal electrode shall be used.

The specimen shall then be subjected to Test Ca (severity four days) of IEC Publication 68-2-3: Part 2: Tests — Test Ca: Damp Heat, Steady State, (unless otherwise stated in the requirement), including recovery. The recovery conditions shall be: recovery period: 90 ± 15 min; relative humidity: 73% to 77%. The temperature shall not deviate by more than 1°C from the actual laboratory temperature, which shall be within $+18^\circ\text{C}$ to $+28^\circ\text{C}$.

The resistance between the ring and disk shall be measured by the method indicated below, either at the end of the damp heat period before removal of the specimen from the humidity chamber, or at the end of the recovery period, in which case the specimen shall be removed from the recovery conditions and the resistance between the ring and disk shall be measured within 5 min.

The measurement after recovery is the standard procedure, whereas the measurement within the humidity chamber is subject to agreement between purchaser and supplier.

The resistance measurements shall be made as described in IEC Publication 93 at 500 ± 50 V d.c. after electrification for 1 min. The electrical connections to the test specimen shall be made as shown in Figure 2, page 67. The apparatus used for measuring resistance shall be such that the error of measurement is less than $\pm 50\%$.

The relevant precautions and requirements of Sub-clause 2.0 and of IEC Publication 68-2-3 shall be observed.

The measurements of surface resistance and volume resistance (to be converted into volume resistivity in accordance with Sub-clause 2.3) may be made on the same specimen, in which case the surface resistance shall be measured first. When the measurements succeed one another directly, only one conditioning is necessary.

2.2.3 Report

The minimum value of the four surface resistance measurements shall be reported as the surface resistance after damp heat, steady state, of the sample under test. It shall be expressed in megohms.

Il sera précisé si les mesures ont été effectuées dans la chambre ou après reprise.

2.3 *Résistivité transversale après l'essai continu de chaleur humide*

Déterminer la résistivité en volume entre des électrodes placées sur les faces opposées du matériau de base isolant, après une épreuve de forte humidité.

2.3.1 *Eprouvette et méthode de mesure*

L'éprouvette et la méthode décrites aux paragraphes 2.2.1 et 2.2.2 sont utilisées, excepté que les connexions électriques sont effectuées conformément à la figure 3, page 67, et la résistance transversale entre le disque central et la face opposée est mesurée.

Les mesures de résistance superficielle (paragraphe 2.2) et de résistance transversale peuvent être effectuées sur la même éprouvette, auquel cas la résistance superficielle est mesurée en premier lieu. Lorsque les mesures se succèdent directement, un seul conditionnement est nécessaire.

2.3.2 *Rapport*

La valeur minimale des quatre résistances mesurées est convertie en résistivité transversale comme décrit dans la Publication 93 de la CEI et notée comme étant la résistivité transversale après essai continu de chaleur humide de l'échantillon à l'essai. Elle est exprimée en mégohms-mètres.

Il sera précisé si les mesures ont été effectuées dans la chambre ou après reprise.

2.4 *Corrosion de surface*

Déterminer toute tendance à la création de produits de corrosion électrolytique quand le tracé conducteur gravé est soumis à une tension de polarisation et à une forte humidité.

2.4.1 *Eprouvette*

L'éprouvette est préparée à partir d'un échantillon du support isolant métallisé à l'essai. C'est un carré de 100 mm (4 in) environ de côté; avant l'impression, son épaisseur est celle du matériau.

Le dessin de l'anneau et du disque, représenté à la figure 1, page 66, est imprimé, sur une face, selon la méthode appropriée du paragraphe 1.3. Si l'échantillon est recouvert de métal sur les deux faces, le métal de l'autre face de l'éprouvette est entièrement enlevé selon la méthode appropriée du paragraphe 1.3.

Les fils de connexion sont fixés à l'anneau et au disque.

Quatre éprouvettes sont essayées.

2.4.2 *Méthode d'essai*

L'éprouvette est soumise à l'essai Ca (sévérité 21 jours) de la Publication 68-2-3 de la CEI, sans reprise. Durant la totalité de la période pendant laquelle l'éprouvette est maintenue dans les conditions de chaleur humide, une différence de potentiel en courant continu de 100 ± 5 V est appliquée entre l'anneau et le disque à travers une résistance telle que l'intensité ne puisse excéder 1 mA.

L'éprouvette est retirée de la chambre de conditionnement et est examinée pour la recherche des produits de corrosion.

Les précautions et prescriptions applicables du paragraphe 2.0 et de la Publication 68-2-3 de la CEI sont observées.

2.4.3 *Rapport*

Il sera précisé si des produits de corrosion ont été observés.

It shall be stated whether the measurements have been carried out within the chamber or after recovery.

2.3 *Volume resistivity after damp heat, steady state*

To determine the volume resistivity between electrodes on opposite sides of the insulating base material after storage at high humidity.

2.3.1 *Test specimens and procedure*

The test specimen and the procedure described in Sub-clauses 2.2.1 and 2.2.2 shall be used, except that the electrical connections shall be made as shown in Figure 3, page 67, and the volume resistance between the central disk and the electrode on the opposite face shall be measured.

The measurements of surface resistance (Sub-clause 2.2) and volume resistance may be made on the same specimen, in which case the surface resistance shall be measured first. When the measurements succeed one another directly, only one conditioning is necessary.

2.3.2 *Report*

The minimum value of the four resistances measured shall be converted to volume resistivity as described in IEC Publication 93, and reported as the volume resistivity after damp heat, steady state, of the sample under test. It shall be expressed in megohms-metres.

It shall be stated whether the measurements have been carried out within the chamber or after recovery.

2.4 *Surface corrosion*

To determine any tendency for electrolytic corrosion products to occur when an etched conductive pattern is subjected to a polarizing voltage and high humidity.

2.4.1 *Test specimen*

The test specimen shall be prepared from a sample of the metal-clad base material under test. It shall be approximately 100 mm (4 in) square and, before it is printed, its thickness shall be that of the material.

It shall be printed on one side with the ring and disk pattern of Figure 1, page 66, by the appropriate method of Sub-clause 1.3. If the sample is clad with metal on both sides, the metal on the other side shall be completely removed by the appropriate method of Sub-clause 1.3.

Connecting wires shall be attached to the ring and disk.

Four specimens shall be tested.

2.4.2 *Procedure*

The specimen shall be subjected to Test Ca (severity 21 days) of IEC Publication 68-2-3 without recovery. During the whole period that the specimen is in the damp heat conditions, a potential difference of 100 ± 5 V d.c. shall be applied between the ring and the disk through a resistor such that the current cannot exceed 1 mA.

The specimen shall be removed from the conditioning chamber and inspected for corrosion products.

The relevant precautions and requirements of Sub-clause 2.0 and of IEC Publication 68-2-3 shall be observed.

2.4.3 *Report*

It shall be stated whether corrosion products have been observed.

2.5 Corrosion de bord

Déterminer si le matériau de base produit une corrosion des parties métalliques en contact avec lui sous l'influence d'une tension de polarisation et d'une forte humidité.

2.5.1 Généralités

L'essai est effectué selon la méthode d'examen visuel des articles 4 à 7 de la Publication 426 de la CEI: Méthodes d'essais pour la détermination de la corrosion électrolytique en présence de matériaux isolants, avec les exigences suivantes.

2.5.2 Epreuves

Les éprouvettes spécifiées dans la Publication 426 de la CEI, au paragraphe 3.2.2 (pour les feuilles rigides) ou au paragraphe 3.2.3 (pour les films minces), sont préparées à partir d'un échantillon du support isolant métallisé à l'essai, la feuille métallique ayant été entièrement enlevée, au préalable, selon la méthode appropriée du paragraphe 1.3.

2.5.3 Rapport

Le rapport précise l'indice de corrosion caractéristique du matériau à l'essai comme défini dans l'article 6 de la Publication 426 de la CEI (par exemple «A2» indique le degré «A» pour la feuille du pôle positif et le degré «2» pour la feuille du pôle négatif).

2.6 Indice de résistance au cheminement

Déterminer la sensibilité du matériau de base isolant au cheminement superficiel quand il est exposé, sous une contrainte électrique, à l'eau et aux autres contaminants de l'environnement.

L'essai est effectué comme spécifié dans la Publication 112 de la CEI: Méthodes pour déterminer les indices de résistance et de tenue au cheminement des matériaux isolants solides dans des conditions humides, en utilisant des électrodes en platine.

Si l'essai est exécuté sur une surface métallisée d'une éprouvette, la feuille métallique est entièrement enlevée selon la méthode appropriée du paragraphe 1.3.

2.7 Permittivité et facteur de dissipation après chaleur humide et reprise

Déterminer la constante diélectrique et l'angle de perte du matériau de base isolant après une épreuve de forte humidité.

2.7.1 Eprouvette

L'éprouvette est un échantillon du support isolant métallisé à l'essai; avant gravure, son épaisseur est celle du support isolant à l'essai.

Ses autres dimensions doivent convenir à la méthode utilisée pour les mesures de permittivité et de facteur de dissipation.

Elle est préparée selon l'une des méthodes ci-après:

- a) le métal est entièrement enlevé, ou
- b) l'électrode convenant à l'essai est imprimée sur l'une des faces de l'éprouvette, et si l'échantillon est recouvert de métal sur les deux faces, le métal de l'autre face de l'éprouvette est entièrement enlevé.

L'impression ou l'enlèvement du métal est effectué selon la méthode appropriée du paragraphe 1.3.

Quatre éprouvettes sont utilisées.

2.7.2 Méthode d'essai

Chaque éprouvette est soumise en premier lieu à l'essai Ca (sévérité quatre jours) de la Publication 68-2-3 de la CEI, y compris la reprise, sauf spécification contraire dans la spécification du support isolant. Elle est ensuite retirée des conditions de reprise et essayée immédiatement, comme décrit ci-après.

Les conditions atmosphériques de reprise sont les suivantes: durée de reprise: 90 ± 15 min; humidité relative: entre 73% et 77%. La température ne doit pas s'écarter de plus de 1 °C de la température réelle du laboratoire, comprise entre + 18 °C et + 28 °C. Elle est ensuite retirée des conditions de reprise et essayée immédiatement, comme décrit ci-après.

2.5 Corrosion at the edge

To determine whether the base material causes corrosion of metal parts in contact with it under the influence of a polarizing voltage and high humidity.

2.5.1 General

The test shall be carried out by the visual method given in Clauses 4 to 7 of IEC Publication 426: Test Methods for Determining Electrolytic Corrosion with Insulating Materials, including the following requirements.

2.5.2 Test specimens

The test specimens specified in IEC Publication 426, Sub-clause 3.2.2 (for rigid sheets) or 3.2.3 (for thin films), shall be prepared from a sample of the metal-clad base material under test from which the metal has been completely removed by the appropriate method of Sub-clause 1.3.

2.5.3 Report

The report shall state the characteristic corrosion indices for the material under test, as defined in Clause 6 of IEC Publication 426, (for example "A2" shall denote degree "A" for the positive pole foil and degree "2" for the negative pole foil).

2.6 Comparative tracking index

To determine the susceptibility of the insulating base material to surface tracking when exposed, under electric stress, to water and other contaminants from the surroundings.

The test shall be carried out as specified in IEC Publication 112: Method for Determining the Comparative and the Proof Tracking Indices of Solid Insulating Material under Moist Conditions, using platinum electrodes.

When the test is to be performed on a metal-clad face of a specimen, the metal shall be completely removed by the appropriate method of Sub-clause 1.3.

2.7 Permittivity and dissipation factor after damp heat and recovery

To determine the permittivity and dissipation factor of the insulating base material after being subjected to high humidity.

2.7.1 Test specimen

The test specimen shall be a sample of the metal-clad base material under test and, before it is etched, its thickness shall be that of the insulating base material under test.

Its other dimensions shall be suited to the method to be used for the measurement of permittivity and dissipation factor.

It shall be prepared by one of the following methods:

- a) the metal shall be completely removed, or
- b) the test specimen shall be printed on one side with a suitable electrode, and if the sample is clad with metal foil on both sides, the metal on the other side shall be completely removed.

The printing or the removal of metal shall be carried out by the appropriate method of Sub-clause 1.3.

Four specimens shall be used.

2.7.2 Procedure

Each specimen shall first be subjected to Test Ca (severity four days) of IEC Publication 68-2-3, including recovery, unless otherwise specified in the specification for the base material. It shall then be removed from the recovery conditions and tested immediately as described below.

The recovery conditions shall be: recovery period 90 ± 15 min; relative humidity: 73% to 75%. The temperature shall not deviate by more than 1 °C from the actual laboratory temperature, which shall be within + 18 °C to + 28 °C. It shall then be removed from the recovery conditions and tested immediately as described as follows.

Les électrodes sont appliquées ou complétées, si requis, conformément à la méthode d'essai choisie, les électrodes déposées par évaporation ou projection étant, toutefois, proscrites.

La permittivité relative et le facteur de dissipation diélectrique ($\tan \delta$) de l'isolant entre les électrodes sont alors mesurés à la fréquence de 1 MHz par toute méthode convenable, comme décrit dans la Publication 250 de la CEI: Méthodes recommandées pour la détermination de la permittivité et du facteur de dissipation des isolants électriques aux fréquences industrielles, audibles et radio-électriques (ondes métriques comprises). Les précautions et prescriptions applicables de la Publication 68 de la CEI sont observées.

Des mesures supplémentaires à des fréquences autres que 1 MHz et les exigences correspondantes peuvent faire l'objet d'un accord entre acheteur et fournisseur.

Les méthodes subordonnées à la connaissance exacte de l'épaisseur de l'éprouvette deviennent inexactes lorsque l'essai est effectué sur des isolants minces. Bien que la méthode de résonance du Q-mètre puisse être utilisée à des fins de contrôle de routine de la qualité sur des isolants d'épaisseur inférieure à 0,8 mm, elle ne peut servir pour des mesures de précision. A cet effet ou en cas de désaccord, on utilise une méthode à déplacement de fluide, décrite au paragraphe 4.1.2.2.2 de la Publication 250 de la CEI.

2.7.3 Rapport

Le rapport indique:

- 1) que les valeurs ont été obtenues après chaleur humide et reprise (comme spécifié au paragraphe 2.7.2); autrement, les détails de conditionnement de l'éprouvette sont précisés;
- 2) éventuellement, la disposition et le type d'électrodes appliquées à l'éprouvette;
- 3) l'appareillage de mesure utilisé;
- 4) la permittivité de l'échantillon, exprimée par la moyenne arithmétique des quatre valeurs obtenues;
- 5) le facteur de dissipation de l'échantillon, exprimé par la moyenne arithmétique des quatre valeurs obtenues.

2.8 Rigidité diélectrique normale au plan de la feuille

Déterminer la résistance du matériau de base isolant à la dégradation quand il est soumis durant un temps bref à une contrainte électrique alternative de forte puissance.

2.8.1 Généralités

Cet essai n'est appliqué qu'aux supports isolants d'épaisseur inférieure ou égale à 0,8 mm (0,032 in). Il est effectué conformément à la Publication 243 de la CEI: Méthodes d'essai recommandées pour la détermination de la rigidité diélectrique des matériaux isolants solides aux fréquences industrielles, comme décrit ci-après.

2.8.2 Eprouvette

L'éprouvette est un échantillon du support isolant métallisé, le métal ayant été entièrement enlevé, au préalable, selon la méthode appropriée du paragraphe 1.3. Son épaisseur est la combinaison de l'épaisseur du support isolant et de celle de tout agent de collage présent dans le matériau; ses autres dimensions sont conformes à celles qui sont spécifiées dans la Publication 243 de la CEI, aux paragraphes 6.2.1 et 6.3 (on utilise généralement un carré de 100 mm (4 in) environ de côté).

Cinq essais sont exécutés sur un nombre suffisant d'éprouvettes.