

**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 1, 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 °C et +28 °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.

Electrodes shall be applied or completed if required, according to the test method selected, except that neither evaporated nor sputtered electrodes shall be applied.

The relative permittivity and the dielectric dissipation factor ($\tan \delta$) of the insulating material between the electrodes shall then be measured at a frequency of 1 MHz by any suitable method as described in IEC Publication 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. The relevant precautions and requirements of IEC Publication 68 shall be observed.

Additional measurements at frequencies other than 1 MHz, and relevant requirements, may be agreed upon between purchaser and supplier.

Methods dependant on an accurate knowledge of the test specimen's thickness become unreliable when applied to the testing of thin materials. Although the resonance rise method using the Q-meter may be used for purpose of routine quality control on materials less than 0.8 mm thick, it cannot be used for precision measurements. For this purpose, or in cases of dispute, a fluid displacement method should be used, as described in Sub-clause 4.1.2.2.2 of IEC Publication 250.

2.7.3 Report

The report shall state:

- 1) that values have been obtained after damp heat and recovery (as specified in Sub-clause 2.7.2); otherwise the details of specimen conditioning shall be stated;
- 2) the electrode arrangement and type of electrode applied to the specimen, if any;
- 3) the measuring apparatus used;
- 4) the permittivity of the sample, expressed as the arithmetic mean of the four values obtained;
- 5) the dissipation factor of the sample, expressed as the arithmetic mean of the four values obtained.

2.8 Electrical strength normal to plane of sheet

To determine the resistance of the insulating base material to breakdown when subjected to a short time electric stress at power frequency.

2.8.1 General

This test shall only be applied to insulating materials 0.8 mm (0.032 in) or less in thickness. It shall be carried out as described in IEC Publication 243: Recommended Methods of Test for Electric Strength of Solid Insulating Materials at Power Frequencies, and as specified below.

2.8.2 Test specimen

The test specimen shall be a sample of the metal-clad base material from which the metal has been completely removed by the appropriate method of Sub-clause 1.3. Its thickness shall be the combined thickness of the base material and any bonding medium which may be present, and its other dimensions shall be as specified in Sub-clauses 6.2.1 and 6.3 of IEC Publication 243. (A square of approximately 100 mm (4 in) side is normally used).

Five tests shall be carried out on a sufficient number of specimens.

2.8.3 *Méthode d'essai*

L'essai est effectué dans l'air selon les conditions du paragraphe 1.1.2 avec électrodes selon le paragraphe 6.1.1 de la Publication 243 de la CEI.

La tension est appliquée par la méthode des paliers de 20 s afin d'obtenir deux déterminations valables. Un essai préliminaire peut être effectué d'abord par la méthode de courte durée afin de définir la tension initiale si elle n'est pas déjà connue par expérience.

La moyenne des épaisseurs des éprouvettes est déterminée à partir des mesures effectuées conformément au paragraphe 3.14.

La rigidité diélectrique est déterminée par la moyenne des résultats.

2.8.4 *Rapport*

Le rapport indique la rigidité diélectrique moyenne du matériau en kV/mm (V/mil).

2.9 *Caractéristiques d'isolement à température élevée*

2.9.1 *Résistance superficielle et résistivité transversale à haute température*

Déterminer la résistance superficielle et la résistivité de volume du matériau de base isolant à une température élevée spécifiée.

2.9.1.1 *Éprouvette*

L'éprouvette est celle qui est décrite au paragraphe 2.2.1 (dessin du disque et de l'anneau).

2.9.1.2 *Méthode d'essai*

La résistance superficielle et la résistivité transversale de l'éprouvette sont mesurées conformément aux paragraphes 2.2 et 2.3. Cependant, le conditionnement humide est remplacé par l'essai Ba de la Publication 68-2-2 de la CEI: Deuxième partie: Essais — Essai B: Chaleur sèche, sauf que la durée est de 1 h au lieu de 16 h. Les mesures sont effectuées à l'expiration de ce temps pendant que l'éprouvette est encore dans la chambre. La température d'essai est celle qui est indiquée dans la spécification applicable. Il n'est pas effectué de reprise.

2.9.1.3 *Rapport*

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

La valeur minimale des quatre résistances transversales mesurées est convertie en résistivité transversale, comme décrit dans la Publication 93 de la CEI, et notée comme étant la résistivité transversale à haute température de l'échantillon à l'essai. Elle est exprimée en mégohm-mètres.

3. *Essais non électriques sur le matériau à recouvrement métallique*

3.1 *Courbure*

Mesurer l'écart de planéité de la planche de plaqué cuivre dans une direction parallèle à ses bords (voir la Publication 194 de la CEI: Termes et définitions concernant les circuits imprimés).

3.1.1 *Généralités*

Cet essai n'est pas applicable à des feuilles d'épaisseur inférieure à 0,8 mm (0,0315 in).

3.1.2 *Méthode d'essai*

La courbure est mesurée parallèlement aux bords de la feuille, côté concave en dessus, en présentant une règle légère à la surface supérieure et en mesurant la flèche maximale entre la surface et la règle. Le poids de la règle ne doit pas avoir d'influence sur la mesure.

2.8.3 Procedure

The test shall be conducted in air as specified in Sub-clause 1.1.2 with electrodes in accordance with Sub-clause 6.1.1 of IEC Publication 243.

The voltage shall be applied by the 20 s step-by-step method to obtain two valid determinations. A preliminary test may be made first by the short-time method in order to determine the initial voltage, if this is not already known from previous experience.

The average thickness of the specimens shall be determined from measurements made in accordance with Sub-clause 3.14.

The electrical strength shall be determined from the average of the results.

2.8.4 Report

The report shall state the average electric strength of the material in kV/mm (V/mil).

2.9 Properties of insulation at elevated temperature

2.9.1 Surface resistance and volume resistivity at elevated temperature

To determine the surface resistance and volume resistivity of the insulating base material at a specified high temperature.

2.9.1.1 Test specimen

The test specimen shall be as described in Sub-clause 2.2.1 (ring and disk pattern).

2.9.1.2 Procedure

The surface resistance and volume resistivity of the specimen shall be measured in accordance with Sub-clauses 2.2 and 2.3. The humidity conditioning shall however be replaced by Test Ba of IEC Publication 68-2-2: Part 2: Tests — Test B: Dry Heat, except that the duration shall be 1 h instead of 16 h. Measurements shall be made at the end of this time while the specimen is still in the chamber. The test temperature shall be that indicated in the relevant specification. There shall be no recovery.

2.9.1.3 Report

The minimum value of the four surface resistance measurements shall be reported as the surface resistance at elevated temperature of the sample under test. It shall be expressed in megohms.

The minimum value of the four volume resistances measured shall be converted to volume resistivity as described in IEC Publication 93 and reported as the volume resistivity at elevated temperature of the sample under test. It shall be expressed in megohm metres.

3. Non-electrical tests on metal-clad materials

3.1 Bow

To measure the deviation from flatness of the copper-clad sheet in a direction parallel to its edges (see IEC Publication 194: Terms and Definitions for Printed Circuits).

3.1.1 General

This test is not applicable to sheets thinner than 0.8 mm (0.0315 in).

3.1.2 Procedure

Bow shall be measured parallel with the edges of the sheet laid concave side up, by offering a light straight-edge to the upper surface and measuring the maximum clearance between the surface and the straight-edge. The weight of the straight-edge shall not influence the measurement.

La longueur recommandée de la règle est 1 000 mm.

La longueur entière de la règle est utilisée seulement si la courbure est substantiellement uniforme. Si la courbure n'est pas uniforme, la flèche est alors mesurée dans la région de courbure maximale avec une règle d'une longueur non inférieure à 300 mm (12 in) ou de la dimension maximale de la carte, la plus petite des deux valeurs étant applicable.

Lorsqu'on utilise une règle de longueur inférieure à 1 000 mm, la mesure de la flèche est convertie en son équivalent pour la longueur appropriée à l'aide de la formule:

$$d = \frac{1000^2 \cdot D}{L^2} \text{ (pour la longueur en millimètres)}$$

où:

d = courbure pour 1 000 mm

D = mesure de la flèche

L = longueur de la règle

Les valeurs de d obtenues sur support isolant métallisé sur une face seulement sont suivies de «pos» si la face métallisée est convexe ou «neg» si la face métallisée est concave.

3.1.3 Rapport

Le rapport indique:

- 1) la valeur maximale de courbure de la feuille exprimée en millimètres pour 1 000 mm, y compris la référence à «pos» ou «neg»;
- 2) les dimensions de la feuille.

3.2 Courbure après traitement thermique

A l'étude. Les détails à prendre en considération comprennent les dimensions de l'éprouvette, une indication permettant de savoir si la feuille métallique est soit gravée pour obtenir un dessin spécifié, soit éliminée par gravure, soit laissée intacte, ainsi que la température et la durée du traitement thermique.

3.3 Vrillage

Mesurer l'écart de planéité de la planche de plaqué cuivre selon les diagonales (voir la Publication 194 de la CEI).

3.3.1 Généralités

Cet essai n'est pas applicable aux feuilles d'épaisseur inférieure à 0,8 mm (0,0315 in).

3.3.2 Méthode d'essai

La feuille à l'essai est placée, sa face apparemment concave vers le bas, sur une surface horizontale, ses trois coins les plus bas étant en contact avec la surface. On mesure, en millimètres, la distance verticale entre cette surface et le quatrième coin du côté le plus bas, et l'on convertit en une distance équivalente pour 1 000 mm, à l'aide de la formule:

$$d = \frac{1000^2 \cdot D}{L^2}$$

où:

d = vrillage pour 1 000 mm

D = mesure de la distance

L = distance entre le coin de la feuille qui n'est pas en contact avec la surface horizontale et le coin diagonalement opposé

3.3.3 Rapport

Le rapport indique:

- 1) le vrillage de la feuille, exprimé en millimètres pour 1 000 mm;
- 2) les dimensions de la feuille.

The preferred length of the straight-edge is 1 000 mm.

The full length straight-edge may only be used where the curvature is substantially uniform. Where the curvature is not uniform, the bow shall be measured over the region of maximum curvature, with a straight-edge having a length not less than 300 mm (12 in) or the maximum dimension of the board, whichever is the less.

Where a straight edge less than 1 000 mm long is used, the measured clearance shall be converted into its equivalent for the appropriate full length using the formula:

$$d = \frac{1000^2 \cdot D}{L^2} \text{ (for lengths in millimetres)}$$

where:

d = bow per 1 000 mm

D = measured clearance

L = length of the straight-edge

The values of d obtained on materials metal-clad on one side only shall be followed by "pos" if the metal-clad face is convex or "neg" if the metal-clad face is concave.

3.1.3 Report

The report shall state:

- 1) the maximum bow of the sheet expressed in millimetres per 1 000 mm including any reference to "pos" or "neg";
- 2) the dimensions of the sheet.

3.2 Bow after heating

Under consideration. Details to be considered include the dimensions of the test specimen, whether the foil is to be etched to form a specified pattern, to be completely removed by etching or left intact, the temperature and the duration of heating.

3.3 Twist

To measure the deviation from flatness of the copper-clad sheet along the diagonals (see IEC Publication 194).

3.3.1 General

This test is not applicable to sheets thinner than 0.8 mm (0.0315 in).

3.3.2 Procedure

The sheet under test shall be placed, with its predominantly concave side down, on a horizontal surface and with three corners of the lower side in contact with the surface. The vertical distance in millimetres from this surface to the other corner of the lower side shall be measured, and converted into an equivalent distance per 1 000 mm using the formula:

$$d = \frac{1000^2 \cdot D}{L^2}$$

where:

d = twist per 1 000 mm

D = measured distance

L = distance between the corner of the sheet not in contact with the horizontal surface and the corner diagonally opposite

3.3.3 Report

The report shall state:

- 1) the twist of the sheet expressed in millimetres per 1 000 mm;
- 2) the dimensions of the sheet.

3.4 *Vrillage après traitement thermique*

A l'étude. Voir les remarques du paragraphe 3.2.

3.5 *Force d'arrachement*

Déterminer la force, normale à l'échantillon, nécessaire pour décoller une pastille du matériau de base après une opération spécifiée de brasage manuel.

3.5.1 *Eprouvette*

L'éprouvette est un échantillon de la feuille à l'essai, de dimension convenable, sur lequel a été imprimée, selon la méthode appropriée du paragraphe 1.3, une impression d'essai consistant en un certain nombre de pastilles de diamètre $4 \pm 0,1$ mm ($0,157 \pm 0,004$ in). Il est commode de disposer pour chaque pastille d'un trou central gravé, d'un diamètre de 0,6 mm (0,024 in) environ, pour centrer le foret.

Un trou de diamètre $1,3 \pm 0,1$ mm ($0,051 \pm 0,004$ in) est percé au centre de chaque pastille.

L'essai est pratiqué sur au moins dix pastilles. Pour un stratifié double-face, au moins cinq pastilles de chaque face sont essayées.

3.5.2 *Fer à souder*

Le fer à souder a une panne de cuivre de 30 ± 5 mm ($1,2 \pm 0,2$ in) de longueur et de $5 \pm 0,1$ mm ($0,2 \pm 0,004$ in) de diamètre, son extrémité formant un angle de $45 \pm 10^\circ$. La température de la panne est de $270 \pm 10^\circ\text{C}$ pendant tout l'essai. Un fer approprié est représenté à la figure 4, page 68.

3.5.3 *Soudure*

La soudure est un alliage 60/40 étain-plomb avec une âme de colophane non corrosive, ayant la forme d'un fil d'un diamètre inférieur ou égal à 1,5 mm (0,06 in).

3.5.4 *Méthode d'essai*

La pastille est étamée uniformément pendant 4 ± 1 s avec le fer à souder et une quantité minimale de soudure.

Un morceau de fil de diamètre 0,9 mm à 1 mm (0,035 in à 0,04 in), préalablement étamé avec la soudure, est disposé perpendiculairement dans le trou au centre de la pastille et soudé en position pendant 4 ± 1 s de façon que la soudure formée entre les deux couvre la surface entière de la pastille. Le fil ne doit pas être déplacé pendant le soudage et le refroidissement qui suit; afin d'assurer cette condition, le fil et l'éprouvette peuvent être maintenus par un dispositif approprié. On laisse refroidir les éprouvettes à la température ambiante pendant au moins 30 min avant l'essai.

Note. — Un fil de force de traction suffisante est utilisé.

Au moyen d'une machine de traction, on applique en tirant le fil perpendiculairement à la surface de l'éprouvette une force uniformément croissante de 5 N/s à 50 N/s (1 lbf/s à 10 lbf/s), jusqu'à ce que la pastille se détache du support isolant ou que le fil se casse. La force requise, en newtons, pour détacher la pastille ou pour casser le fil est notée.

La cassure d'un fil avant que la charge minimale spécifiée n'ait été atteinte ou l'extraction d'un fil provoque la nullité de l'essai; en aucun cas le même fil et la même pastille ne doivent être ressoudés et subir à nouveau la traction.

L'essai doit être répété jusqu'à ce qu'on obtienne dix résultats valables.

3.5.5 *Rapport*

La plus faible de toutes les forces requises pour détacher les dix pastilles du support isolant est notée comme étant la force d'arrachement de l'échantillon à essayer.

3.4 *Twist after heating*

Under consideration. See remarks under Sub-clause 3.2.

3.5 *Pull-off strength*

To determine the force, normal to the specimen, required to separate a land from the base material after a specified hand soldering operation.

3.5.1 *Test specimen*

The test specimen shall be a sample of the sheet under test, of any convenient size and printed by the appropriate method of Sub-clause 1.3 with a test pattern consisting of a number of lands of diameter 4 ± 0.1 mm (0.157 ± 0.004 in). It is convenient for each land to have a central etched hole of diameter about 0.6 mm (0.024 in) for locating the drill.

A hole of diameter 1.3 ± 0.1 mm (0.051 ± 0.004 in) shall be drilled through the centre of each land.

At least ten lands shall be tested. For a double-sided laminate, at least five lands on each side shall be tested.

3.5.2 *Soldering tool*

The soldering tool shall have a copper bit 30 ± 5 mm (1.2 ± 0.2 in) long and 5 ± 0.1 mm (0.2 ± 0.004 in) in diameter, with its end forming an angle of $45 \pm 10^\circ$. The temperature of the bit shall be $270 \pm 10^\circ\text{C}$ throughout the test. An appropriate tool is shown in Figure 4, page 68.

3.5.3 *Solder*

The solder shall be a 60/40 tin-lead alloy with a non-corrosive rosin core in the form of wire of diameter not greater than 1.5 mm (0.06 in).

3.5.4 *Procedure*

The land shall be evenly tinned for 4 ± 1 s with the soldering tool and a minimum amount of solder.

A piece of wire, of diameter 0.9 mm to 1 mm (0.035 in to 0.04 in) and previously tinned with the solder, shall be passed at right angles through the hole in the centre of the land and soldered into position for 4 ± 1 s so that the fillet formed between the two covers the entire area of the land. The wire shall not be moved during the soldering and subsequent cooling, and to ensure that it is not, the wire and specimen may be held in a jig. The specimens shall be allowed to cool at room temperature for at least 30 min before testing.

Note. — A wire of sufficient tensile strength is to be used.

By means of a tensile testing machine a load shall be applied, by pulling the wire at right angles to the test specimen, and increased steadily at 5 N/s to 50 N/s (1 lbf/s to 10 lbf/s) until the land separates from the base material or the wire breaks. The pull in newtons required to detach the land, or break the wire, shall be noted.

A test shall be invalidated by the breaking of a wire before the specified minimum load is reached, or by wire pull-out, and in no case shall the same wire and the same land be re-soldered and pulled again.

The test shall be repeated until ten valid measurements have been made.

3.5.5 *Report*

The smallest of any of the loads required to detach the ten lands from the base material shall be reported as the pull-off strength of the sample under test.

3.6 Force d'adhérence

Déterminer la force par unité de largeur nécessaire pour peler le conducteur, ou la feuille de cuivre, du matériau de base.

3.6.1 Généralités

Cet essai mesure la résistance d'un conducteur imprimé de 3 mm de largeur pour être arraché par pelage dans des conditions spécifiées. Il est exécuté soit sur l'éprouvette préparée «en l'état de réception» ou après l'une des séries de traitements décrits aux paragraphes 3.6.2 à 3.6.7. Le résultat après traitement peut être exprimé soit par la valeur réelle obtenue, soit par la fraction en pour-cent de la rétention de la valeur obtenue avant le traitement.

3.6.1.1 Epreuve

L'éprouvette est préparée à partir d'un échantillon du support isolant métallisé à l'essai; avant gravure, son épaisseur doit normalement être celle du matériau. Cependant, dans le cas de support isolant métallisé avec une feuille de cuivre de masse inférieure à 305 g/m² (1 oz/ft²), la masse de la feuille peut être augmentée jusqu'à une valeur maximale de 335 g/m² (1,1 oz/ft²), selon toute méthode permettant de déposer du cuivre ductile (voir paragraphe 3.6.1.2). La largeur de l'éprouvette est de 50 ± 1 mm ($2 \pm 0,04$ in), sa longueur minimale de 75 mm (3 in); l'impression d'essai de la figure 5, page 69, est obtenue selon la méthode appropriée du paragraphe 1.3.

Le nombre d'éprouvettes utilisées pour chaque essai doit être suffisant pour permettre d'arracher au moins 25 mm (1 in) de chacune des quatre bandes de métal.

Les éprouvettes réalisées à partir d'échantillons de films de polymères métallisés peuvent exiger une plus grande préparation avant de subir l'essai de force d'adhérence, particulièrement à haute température, afin d'éviter le pelage de toute couche adhésive du film de base sur une surface plus grande que celle de la bande essayée. Si nécessaire, on pratique sur le support isolant et des deux côtés de chaque bande une fine et légère incision à l'aide d'une lame tranchante afin de garantir que toute couche adhésive aura été rompue, mais avec une force de valeur insuffisante pour entailler le support isolant.

3.6.1.2 Mesure de la force d'adhérence

La méthode ci-après est utilisée après que l'éprouvette a été préparée comme prescrit au paragraphe 3.6.1.1 (force d'adhérence en l'état de réception) ou, selon ce qui est prescrit, après l'un des traitements décrits aux paragraphes 3.6.2 à 3.6.6 ou pendant le traitement décrit au paragraphe 3.6.7.

Une des extrémités de la bande métallique est détachée du support isolant sur une longueur d'au moins 10 mm (0,4 in) et suffisante pour l'appareillage utilisé. L'extrémité détachée de la bande est saisie sur toute sa largeur, par exemple avec une pince, et une traction régulièrement croissante est exercée à $90 \pm 5^\circ$ du plan du support isolant jusqu'à ce que la feuille métallique se détache à une vitesse de 50 ± 5 mm/min ($2 \pm 0,2$ in/min), la force de traction nécessaire à cette opération étant mesurée. Une longueur d'au moins 25 mm (1 in) de chacune des quatre bandes doit être arrachée par «pelage» à cette vitesse.

Dans l'éventualité où des feuilles de cuivre de masse nominale inférieure à 305 g/m² (1 oz/ft²) se rompraient pendant l'essai ou ne satisferaient pas aux exigences de la spécification particulière, un nouveau jeu de quatre bandes sera essayé à partir de matériau sur lequel un supplément de cuivre aura été ajouté comme décrit au paragraphe 3.6.1.1 pour obtenir une masse totale non inférieure à 275 g/m².

La force minimale par unité de largeur requise pour arracher la feuille par pelage durant l'essai est prise comme force d'adhérence. Elle est exprimée en newtons par millimètre (lbf/in).

3.6 Peel strength

To determine the force per unit width required to peel the conductor or foil from the base material.

3.6.1 General

This test measures the resistance of a 3 mm wide printed conductor to peeling under specified conditions. It is performed either on the test specimen as prepared ("as received") or after one of the series of treatments described in Sub-clauses 3.6.2 to 3.6.7. The result after treatment may be expressed as the actual value obtained, or as the percentage retention of a value obtained before the treatment.

3.6.1.1 Test specimen

The test specimen shall be prepared from a sample of the metal-clad base material under test and, before it is etched, its thickness shall normally be that of the material. However, in the case of materials clad with copper foil of nominal mass less than 305 g/m² (1 oz/ft²) the foil mass may be increased to not more than 335 g/m² (1,1 oz/ft²) by any procedure in which ductile copper is deposited (see Sub-clause 3.6.1.2). The specimen shall be 50 ± 1 mm (2 ± 0.04 in) wide, and at least 75 mm (3 in) long, and it shall be printed by the appropriate method of Sub-clause 1.3 with the test pattern of Figure 5, page 69.

The number of specimens used for each test shall be sufficient for the peeling of at least 25 mm (1 in) from each of four strips of foil.

Test specimens prepared from samples of metal-clad polymeric films may require further preparation before being tested for peel strength, particularly at high temperature, to avoid peeling of any adhesive layer from the base film over an area wider than the test strip. If necessary, the base material shall be scribed with a sharp blade on both sides of each test strip to ensure that any adhesive layer has been severed, but with insufficient force to cut the base film.

3.6.1.2 Measurement of peel strength

The following procedure shall be carried out after the test specimen has been prepared as described in Sub-clause 3.6.1.1 (peel strength as received) or if required, after one of the treatments described in Sub-clauses 3.6.2 to 3.6.6 or during the treatment described in Sub-clause 3.6.7, as appropriate.

One end of the strip of the metal foil shall be detached from the base material for a distance of at least 10 mm (0.4 in), and sufficient for the apparatus used. The detached end of the foil shall be gripped over its entire width, for example, with a clamp, and a steadily increasing pull shall be applied in a direction $90 \pm 5^\circ$ to the plane of the base material until the metal foil is peeled off at a rate of 50 ± 5 mm/min (2 ± 0.2 in/min), the force to do this being measured. A length of at least 25 mm (1 in) shall be peeled at this rate from each of four strips.

Should copper foils of nominal mass less than 305 g/m² (1 oz/ft²) break during the test or fail to meet the requirements of the relevant specification, a further set of four strips shall be tested from material to which additional copper has been added as described in Sub-clause 3.6.1.1 to a total mass not less than 275 g/m².

The minimum load per unit width required to peel the foil during the test shall be taken as the peel strength. It shall be expressed in newtons per millimetre (lbf/in).

La rétention de la force d'adhérence d'une éprouvette est la force mesurée après l'un des traitements décrits aux paragraphes 3.6.2 à 3.6.7, exprimée par la fraction en pourcentage de la force d'adhérence « en l'état de réception », mesurée sur une éprouvette préparée à partir du même échantillon de matériau. Des dispositions appropriées pour l'essai des matériaux rigides et flexibles sont présentées à la figure 6, page 70.

Note. — Tout appareillage répondant aux prescriptions ci-dessus peut être utilisé, mais en pratique seuls les dispositifs de traction actionnés par moteur peuvent remplir les conditions d'uniformité de la vitesse de pelage. La traction est habituellement appliquée à travers un dispositif de mesure qui s'allonge en proportion de l'indication de traction exercée sur lui; toutes les variations locales de force d'adhérence produisent alors des variations de la vitesse de pelage et des inexactitudes dans les valeurs observées pendant la variation. Seuls les instruments ayant un taux d'allongement inférieur à 1 mm/N (0,18 in/lbf) de la force appliquée sont normalement capables d'obtenir la régularité requise de pelage et de répondre suffisamment aux variations locales de la force d'adhérence au fur et à mesure que la bande est pelée.

3.6.1.3 Rapport

Les informations suivantes sont indiquées:

- 1) que l'essai a été effectué soit « en l'état de réception », soit après l'un des traitements spécifiés aux paragraphes 3.6.2 à 3.6.6, soit dans les conditions spécifiées au paragraphe 3.6.7;
- 2) les conditions d'application et la méthode d'essai choisie (paragraphes 3.6.2 à 3.6.7) si l'un des traitements des paragraphes 3.6.2 à 3.6.7 a été effectué;
- 3) toute observation requise, par exemple cloquage, décollement interlaminaire, décollement de la feuille métallique du support isolant, rugosité de surface, état poisseux ou variation de la couleur;
- 4) la mesure de la force d'adhérence ou la fraction de la valeur obtenue avant traitement, comme spécifié dans la spécification applicable et définie ci-dessus au paragraphe 3.6.1.2, si l'éprouvette n'a montré aucun cloquage ni décollement interlaminaire et si la feuille métallique n'a pas été décollée du support isolant;
- 5) qu'un supplément de cuivre a été ajouté, le cas échéant.

3.6.2 Force d'adhérence après choc thermique

Déterminer la force d'adhérence après des chocs thermiques spécifiés, simulant des opérations de soudage.

Si cela est spécifié dans la spécification applicable pour le matériau à l'essai, l'éprouvette préparée conformément au paragraphe 3.6.1.1 est préconditionnée, laissée à refroidir à la température ambiante dans un dessiccateur et soumise à un choc thermique dans les 30 min qui suivent la sortie de l'atmosphère de préconditionnement.

L'éprouvette est soumise au choc thermique selon l'une des trois méthodes suivantes; le choix entre les trois méthodes fait l'objet d'un accord entre acheteur et fournisseur.

Après son retrait de la source de chaleur utilisée pour le choc thermique, quelle que soit cette source, l'éprouvette est examinée afin de rechercher les indices de cloquage et de décollement interlaminaire. S'il ne s'est produit ni cloquage ni décollement interlaminaire, on la laisse refroidir jusqu'à une température comprise entre 15 °C et 35 °C; elle est ensuite utilisée pour la mesure de force d'adhérence décrite au paragraphe 3.6.1.2.

Note. — La sévérité des traitements de choc thermique est différente et pourrait exiger différentes durées de choc dans les spécifications particulières.

3.6.2.1 Méthode du bain liquide

On utilise un bain, bien remué, de silicone ou d'un fluide équivalent maintenu à 260^{+5}_0 °C pendant tout l'essai. La température est mesurée à $25 \pm 2,5$ mm ($1 \pm 0,1$ in) en-dessous de la surface.

L'éprouvette est maintenue en position horizontale, à une profondeur de $25 \pm 2,5$ mm ($1 \pm 0,1$ in), dans un montage de capacité thermique suffisamment faible pour éviter que la température du fluide ne descende au-dessous de 260 °C. L'éprouvette doit être immergée totalement dans le fluide pendant le temps prescrit dans la spécification applicable.

The retention of peel strength of a sample is the peel strength measured after one of the treatments described in Sub-clauses 3.6.2 to 3.6.7, expressed as a percentage of the peel strength “as received”, measured on a specimen prepared from the same sample of material. Suitable arrangements for the testing of rigid and flexible materials are shown in Figure 6, page 71.

Note. — Any apparatus fulfilling the requirements above may be used, but in practice only motor-driven devices for exerting the pull can achieve the required consistency of peel rate. The pull is usually applied via a measuring device which extends in proportion to the pull exerted upon it, and any local variations in peel strength therefore produce corresponding variations in the peel rate and inaccuracies in the observed values while the rate is changing. Only those instruments with an extension rate less than 1 mm/N (0.18 in/lbf) of applied force are normally capable of maintaining the required constancy of peel rate, and of responding sufficiently to local variations in peel strength as the strip is peeled.

3.6.1.3 Test report

The test report shall state the following:

- 1) that the test has been carried out either “as received”, or after one of the treatments specified in Sub-clauses 3.6.2 to 3.6.6, or in the conditions specified in Sub-clause 3.6.7;
- 2) if one of the treatments of Sub-clauses 3.6.2 to 3.6.7 has been carried out, the relevant conditions and choice of test method (Sub-clauses 3.6.2 and 3.6.7);
- 3) any required observations for example of blistering, delamination, detachment of foil from the base material, surface roughness, tackiness or colour change;
- 4) if the specimen has not blistered or delaminated and the foil has not detached from the base material, the measured peel strength or retention of peel strength, as required by the relevant specification, and defined above in Sub-clause 3.6.1.2;
- 5) that additional copper has been added if this is the case.

3.6.2 Peel strength after heat shock

To determine the peel strength after specified heat shocks simulating soldering processes.

If specified in the relevant specification for the material under test, the specimen, prepared as described in Sub-clause 3.6.1.1, shall be pre-conditioned, allowed to cool to room temperature in a desiccator and subjected to heat shock within 30 min of removal from the pre-conditioning atmosphere.

The specimen shall be subjected to heat shock by one of the following three methods, the choice between them to be subject to agreement between purchaser and supplier.

After removal from whichever source of heat shock has been used, the specimen shall be examined for blistering or delamination. If it has not blistered or delaminated, it shall be allowed to cool to between 15 °C and 35 °C and then used for the measurement of peel strength as described in Sub-clause 3.6.1.2.

Note. — The severity of the heat shock treatments is different, and may therefore require the use of different durations of heat shock in the relevant specification.

3.6.2.1 Liquid bath method

A bath of well-stirred silicone or equivalent fluid, kept at 260^{+5} °C, throughout the test shall be used. The temperature shall be measured 25 ± 2.5 mm (1 ± 0.1 in) below the surface.

The specimen shall be held in a horizontal position, at a depth of 25 ± 2.5 mm (1 ± 0.1 in) in a holder of heat capacity low enough to avoid the fluid temperature falling below 260 °C. The specimen shall be totally immersed in the fluid for the time given in the relevant specification.

3.6.2.2 *Méthode du bain de sable fluidifié*

On utilise un bain de sable fluidifié d'un type adéquat (par exemple celui représenté à la figure 7, page 72) maintenu à une température de 260^{+5}_0 °C.

L'éprouvette est immergée par la tranche, c'est-à-dire que sa surface forme un angle droit avec la surface du bain, pendant le temps prescrit dans la spécification applicable.

On mesure la température, approximativement à l'endroit où doit être placée l'éprouvette.

3.6.2.3 *Méthode de la flottaison sur bain de soudure*

On utilise un bain de soudure approprié d'une profondeur supérieure ou égale à 40 mm (1,6 in). Si ce bain est de forme circulaire, son diamètre ne doit pas être inférieur à 120 mm (4,7 in) et, s'il est de forme rectangulaire, ses dimensions ne doivent pas être inférieures à 100 mm × 75 mm (4 in × 3 in). La composition chimique du bain de soudure et la gamme de sa température de fusion sont celles qui sont spécifiées dans l'annexe B de la Publication 68-2-20 de la CEI: Deuxième partie: Essais — Essai T: Soudure.

Il doit être protégé des courants d'air.

La température de la soudure est maintenue à 260^{+5}_0 °C pendant tout l'essai. Elle est mesurée à la profondeur de $25 \pm 2,5$ mm ($1 \pm 0,1$ in) en dessous de la surface.

Les éprouvettes en film de polymère métallisé peuvent être fixées à la surface inférieure d'une pièce de liège ou tout autre isolant thermique à l'aide de punaises ou tout autre dispositif de faible masse.

L'impression conductrice de l'éprouvette est soumise à un traitement approprié afin d'éviter que la soudure n'adhère au métal, mais n'ayant qu'une influence négligeable sur le transfert de la chaleur.

L'éprouvette est alors placée sur la surface nettoyée de la soudure en fusion, face gravée vers le bas, pendant le temps précisé dans la spécification applicable.

3.6.3 *Force d'adhérence après chaleur sèche*

Déterminer la force d'adhérence après une exposition prolongée à une température élevée.

L'éprouvette, préparée comme prescrit au paragraphe 3.6.1.1, est soumise à l'essai Ba, Chaleur sèche, de la Publication 68-2-2 de la CEI, excepté qu'elle sera maintenue dans la chambre 500 h au lieu de 16 h, sauf spécification contraire. La température de l'air dans l'étuve est prescrite par la spécification applicable. L'air doit circuler dans la chambre durant toute la période de chauffage, l'éprouvette étant disposée de façon que ses grandes surfaces soient parallèles au flux d'air.

Immédiatement après reprise, l'éprouvette est examinée afin de rechercher les indices de cloquage et de décollement interlaminaire; s'il ne s'est produit ni cloquage ni décollement interlaminaire, elle est ensuite utilisée pour la mesure de la force d'adhérence décrite au paragraphe 3.6.1.2.

3.6.4 *Force d'adhérence après exposition à la vapeur de solvant*

Déterminer la force d'adhérence d'un tracé conducteur gravé après l'exposition à la vapeur de solvant simulant une opération de dégraissage.

L'éprouvette, préparée comme décrit au paragraphe 3.6.1.1 est suspendue pendant 120 ± 5 s dans la vapeur de 1,1,1-trichloréthane bouillant à la pression atmosphérique. Elle est ensuite examinée afin de rechercher les indices de cloquage et de décollement interlaminaire; cet examen est répété 24 h plus tard. S'il ne s'est produit ni cloquage ni décollement interlaminaire, elle est utilisée pour la mesure de la force d'adhérence décrite au paragraphe 3.6.1.2. Après accord entre acheteur et fournisseur, cet essai peut être effectué avec d'autres vapeurs de solvant.

3.6.2.2 *Fluidized sand bath method*

A fluidized sand bath of suitable design (for example, as shown in Figure 7, page 73), kept at a temperature of 260^{+5}_0 °C, shall be used.

The specimen shall be immersed edgewise, i.e. with its surface at right angles to the bath surface, for the time given in the relevant specification.

The temperature shall be measured in approximately the same location that will be occupied by the specimen.

3.6.2.3 *Solder float method*

A suitable solder bath of depth not less than 40 mm (1.6 in) shall be used. If circular, the bath shall be not less than 120 mm (4.7 in) in diameter, and if rectangular, not smaller than 100 mm × 75 mm (4 in × 3 in). The bath shall contain solder of chemical composition and melting temperature range as specified in Appendix B of IEC Publication 68-2-20: Tests — Test T: Soldering.

It shall be protected from draughts.

The temperature of the solder shall be kept at 260^{+5}_0 °C throughout the test. The temperature shall be measured at a depth of 25 ± 2.5 mm (1 ± 0.1 in) below the surface.

Specimens of metal-clad polymeric film may be attached to the lower surface of a block of cork or other thermal insulation using drawing pins or other low mass holding device.

The conductive pattern on the specimen shall be prepared by a treatment which prevents the adhesion of solder to the metal and has a negligible effect on heat transfer.

The specimen shall then be dropped, etched side downwards, onto the surface of the clean molten solder for the time given in the relevant specification.

3.6.3 *Peel strength after dry heat*

To determine the peel strength after prolonged exposure to high temperature.

The test specimen, prepared as described in Sub-clause 3.6.1.1, shall be subjected to Test Ba, Dry Heat, of IEC Publication 68-2-2, except that it shall remain in the chamber for 500 h instead of 16 h unless otherwise specified. The temperature of the air in the heating chamber shall be that given in the relevant specification. The air in the chamber shall circulate during the entire heating period and the large surfaces of the specimen shall be parallel with the air flow.

Immediately after recovery, the specimen shall be examined for blistering or delamination. If it has not blistered or delaminated, it shall then be used for the measurement of peel strength as described in Sub-clause 3.6.1.2.

3.6.4 *Peel strength after exposure to solvent vapour*

To determine the peel strength of an etched conductive pattern after exposure to a solvent vapour, simulating a degreasing operation.

The test specimen, prepared as described in Sub-clause 3.6.1.1, shall be suspended for 120 ± 5 s in the vapour of 1,1,1-trichloroethane boiling at atmospheric pressure. It shall be examined for blistering or delamination immediately afterwards and again 24 h later. If it has not blistered or delaminated it shall be used for the determination of peel strength as described in Sub-clause 3.6.1.2. By agreement between purchaser and supplier the test may be carried out with other solvent vapours.

3.6.5 Force d'adhérence après conditions simulées de revêtement électrolytique

Déterminer la force d'adhérence d'un tracé conducteur gravé après une opération simulée de revêtement électrolytique.

L'éprouvette, préparée comme prescrit au paragraphe 3.6.1.1, est utilisée comme cathode d'une cellule électrolytique dans laquelle l'anode est constituée par un morceau de carbone, l'électrolyte étant une solution aqueuse de sulfate de sodium bien remuée dont la concentration est de 10 g de sulfate de sodium anhydre (Na_2SO_4) par décimètre cube d'eau distillée et dont la température est maintenue à $70 \pm 2^\circ\text{C}$.

L'éprouvette est maintenue, les bandes étant verticales, de façon que ces bandes soient juste entièrement submergées. Elles sont électriquement connectées par tout moyen approprié et une source de tension d'environ 5 V est appliquée à la cellule et réglée de telle façon que le courant ait une valeur constante équivalant à environ 215 A/m^2 (20 A/ft^2) de la surface métallique submergée. A l'expiration de 20 ± 1 min, l'éprouvette est retirée de la solution, essuyée de façon à enlever l'humidité superficielle et laissée à refroidir à la température ambiante environ $\frac{1}{2}$ h.

La recherche d'une non-adhérence de la feuille métallique est effectuée sur l'éprouvette. Si la feuille métallique n'a pas été détachée, l'éprouvette est utilisée pour la mesure de la force d'adhérence décrite au paragraphe 3.6.1.2.

Note. — L'essai peut être effectué commodément avec 500 cm^3 de solution dans un matras de 600 cm^3 et un agitateur en verre. Une résistance variable d'environ 30Ω capable d'absorber $0,2 \text{ A}$ et un ampèremètre pour mesurer $0,2 \text{ A}$ permettront de régler et mesurer le courant requis.

3.6.6 Force d'adhérence après immersion dans un solvant

Déterminer la force d'adhérence d'un tracé conducteur gravé après immersion dans un solvant spécifié.

Les solvants utilisés pour cet essai sont prescrits dans la spécification applicable. Des solvants supplémentaires peuvent être utilisés après accord entre acheteur et fournisseur. L'essai est effectué sur des éprouvettes séparées pour chaque solvant.

L'éprouvette, préparée comme prescrit au paragraphe 3.6.1.1, est immergée pendant 10 min dans le solvant à la température ambiante. Elle est ensuite examinée afin de rechercher les indices de cloquage, de décollement interlaminaire, de rugosité de surface, d'état poisseux ou de variation de couleur; un nouvel examen est effectué après 24 h de reprise dans les conditions atmosphériques de préconditionnement (voir paragraphe 1.1.1). S'il ne s'est produit ni cloquage ni décollement interlaminaire, l'éprouvette est utilisée pour la mesure de la force d'adhérence décrite au paragraphe 3.6.1.2.

3.6.7 Force d'adhérence à haute température

Déterminer la force d'adhérence à une température élevée spécifiée d'un tracé conducteur gravé après maintien durant un temps spécifié à cette température spécifiée.

On utilise un bain, bien remué, de silicone ou d'un fluide équivalent maintenu à $\pm 2^\circ\text{C}$ de la température précisée dans la spécification applicable. La température est mesurée à $25 \pm 2,5 \text{ mm}$ ($1 \pm 0,1 \text{ in}$) en dessous de la surface. La feuille métallique de l'éprouvette, préparée comme décrit au paragraphe 3.6.1.1, est détachée du support isolant à l'une de ses extrémités sur une longueur d'au moins 25 mm (1 in) et suffisante pour l'appareillage utilisé. L'extrémité détachée de la feuille est saisie sur toute sa largeur, comme décrit au paragraphe 3.6.1.2, avant l'immersion dans le fluide chaud. L'éprouvette est maintenue en position horizontale dans le fluide, à une profondeur de $25 \pm 2,5 \text{ mm}$ ($1 \pm 0,1 \text{ in}$), dans un montage de capacité thermique suffisamment faible pour éviter que la température du fluide ne descende au-dessous de la gamme spécifiée.

L'éprouvette doit être immergée totalement dans le fluide pendant 2 min avant l'application de la première traction conforme à celle décrite au paragraphe 3.6.1.2.

Lorsque l'essai est effectué à une température inférieure à 160°C , on peut l'exécuter dans une étuve à circulation d'air maintenue à $\pm 2^\circ\text{C}$ de la température prescrite dans la spécification applicable. Dans ce cas, l'essai est effectué comme décrit au paragraphe 3.6.1.2, après que l'éprouvette a atteint la température requise, et doit être terminé dans les 75 min suivant l'introduction de l'éprouvette et de l'appareillage dans l'étuve.

3.6.5 *Peel strength after simulated plating*

To determine the peel strength of an etched conductive pattern after subjecting it to a simulated electroplating process.

The test specimen, prepared as described in Sub-clause 3.6.1.1, shall be made the cathode of an electrolytic cell of which the anode is a carbon rod and the electrolyte is a well-stirred aqueous solution of sodium sulphate whose concentration is 10 g anhydrous sodium sulphate (Na_2SO_4) per cubic decimetre of distilled water, and whose temperature is maintained at $70 \pm 2^\circ\text{C}$.

The specimen shall be held with the strips of its test pattern vertical so that they are just entirely submerged. They shall be connected electrically by any suitable means and a d.c. voltage of about 5 V shall be applied to the cell and adjusted so that the current has a steady value equivalent to approximately 215 A/m^2 (20 A/ft^2) of the submerged foil. At the end of $20 \pm 1 \text{ min}$, the test specimen shall be removed from the solution, wiped to remove surface moisture and left about $\frac{1}{2} \text{ h}$ to cool to room temperature.

The specimen shall be examined for non-adherence of the foil. If the foil has not become detached, it shall be used for the measurement of peel strength as described in Sub-clause 3.6.1.2.

Note. — The test may conveniently be carried out using 500 cm^3 of solution in a 600 cm^3 wide-necked flask, and a glass stirrer. A variable resistance of about 30Ω capable of taking 0.2 A, and an ammeter to measure 0.2 A, will control and measure the current required.

3.6.6 *Peel strength after immersion in solvent*

To determine the peel strength of an etched conductive pattern after immersion in a specified solvent.

The solvents used for this test shall be stated in the relevant specification. Additional solvents may be used by agreement between purchaser and supplier. The test shall be carried out on separate test specimens for each solvent.

The specimen, prepared as described in Sub-clause 3.6.1.1, shall be immersed for 10 min in the solvent at room temperature. It shall be examined for blistering, delamination, surface roughness, tackiness or colour change immediately afterwards and after 24 h recovery in a standard pre-conditioning atmosphere (see Sub-clause 1.1.1). If it has not blistered or delaminated it shall be used for the measurement of peel strength as described in Sub-clause 3.6.1.2.

3.6.7 *Peel strength at high temperature*

To determine the peel strength of an etched conductive pattern at a specified high temperature, after exposure to that specified temperature for a specified time.

A bath of well-stirred silicone or equivalent fluid, kept within $\pm 2^\circ\text{C}$ of the temperature given in the relevant specification, shall be used. The temperature shall be measured $25 \pm 2.5 \text{ mm}$ ($1 \pm 0.1 \text{ in}$) below the surface. The metal foil on the test specimen, prepared as described in Sub-clause 3.6.1.1, shall be detached from one end of the base material for a distance of at least 25 mm (1 in), and sufficient for the apparatus used. The detached end of the foil shall be gripped over its entire width as described in Sub-clause 3.6.1.2 before immersion in the hot fluid. The specimen shall be held in a horizontal position in the fluid, at a depth of $25 \pm 2.5 \text{ mm}$ ($1 \pm 0.1 \text{ in}$), in a holder of heat capacity low enough to avoid the temperature of the fluid from falling below the range specified.

The specimen shall be totally immersed in the fluid for 2 min before the first pull as described in Sub-clause 3.6.1.2 is applied.

For the testing of peel strength at temperatures below 160°C , the test may alternatively be carried out in a circulating-air oven maintained within $\pm 2^\circ\text{C}$ of the temperature given in the relevant specification. In this case the test shall be carried out as described in Sub-clause 3.6.1.2 after the specimen has reached the required temperature, and shall be completed within 75 min after the specimen and apparatus have been introduced into the oven.

Lorsque l'essai est effectué à une température de 160 °C et plus, quatre éprouvettes sont préparées et seulement une bande de chaque éprouvette est essayée.

3.7 Cloquage après choc thermique

Déterminer l'aptitude des stratifiés plaqués métal à résister à des chocs thermiques spécifiés, simulant des opérations de brasage sans cloquage.

Pour déterminer le cloquage après choc thermique, on peut utiliser une des trois méthodes d'essai suivantes.

3.7.1 Eprouvette

3.7.1.1 Eprouvette à utiliser avec l'appareillage du paragraphe 3.7.2.1 ou 3.7.2.2.

L'éprouvette est un échantillon du support isolant métallisé à l'essai; avant l'impression, son épaisseur est celle du matériau. C'est un carré d'environ 100 mm (4 in) de côté sur lequel sont imprimés l'anneau et le disque de la figure 1, page 66, selon la méthode appropriée du paragraphe 1.3.

Une seule éprouvette est utilisée.

3.7.1.2 Eprouvette à utiliser avec l'appareillage du paragraphe 3.7.2.3

L'éprouvette est un carré, non gravé, de 25 ± 1 mm ($1 \pm 0,04$ in) de côté, découpé dans un échantillon du support isolant métallisé. Pour les supports isolants métallisés double face, l'essai est effectué sur chacune des faces en utilisant des éprouvettes différentes. Deux éprouvettes sont utilisées pour chacune des faces.

3.7.2 Appareillage

Trois variantes sont permises, mais en cas de désaccord la méthode du paragraphe 3.7.2.1 est utilisée.

3.7.2.1 Un bain, bien remué, de silicone ou d'un fluide équivalent, maintenu pendant tout l'essai à la température de 260^{+5}_{-5} °C. La température est mesurée à $25 \pm 2,5$ mm ($1 \pm 0,1$ in) en dessous de la surface.

3.7.2.2 Un bain de sable fluidifié de type adéquat (par exemple le bain de sable fluidifié représenté à la figure 7, page 72) maintenu à la température de 260^{+5}_{-5} °C, mesuré à peu près à l'endroit où doit être placée l'éprouvette.

3.7.2.3 Un bain d'alliage approprié d'une profondeur de 40 mm (1,6 in) au moins; si ce bain est de forme circulaire, son diamètre ne doit pas être inférieur à 120 mm (4,7 in) et s'il est de forme rectangulaire, ses dimensions ne doivent pas être inférieures à 100 mm × 75 mm (4 in × 3 in). Le bain contient un alliage dont la composition chimique et la température de fusion sont spécifiées dans l'annexe B de la Publication 68-2-20 de la CEI.

Le bain doit être protégé des courants d'air.

Durant l'essai, le bain est maintenu à la température de 260^{+5}_{-5} °C, mesurée à une profondeur de $25 \pm 2,5$ mm ($1 \pm 0,1$ in) en dessous de la surface.

3.7.3 Méthode d'essai

3.7.3.1 Méthode à utiliser avec l'appareillage défini au paragraphe 3.7.2.1.

L'éprouvette est maintenue en position horizontale, à une profondeur de $25 \pm 2,5$ mm ($1 \pm 0,1$ in), dans un montage de capacité thermique suffisamment faible pour éviter que la température du fluide ne descende au-dessous de 260 °C. L'éprouvette est immergée totalement dans

For the testing of peel strength at temperatures of 160 °C and above four specimens shall be prepared and only one strip of each specimen shall be tested.

3.7 *Blistering after heat shock*

To determine the ability of the metal-clad laminate to withstand specified heat shocks, simulating soldering processes, without blistering.

To determine the blistering after heat shock one of the following three methods shall be used.

3.7.1 *Test specimen*

3.7.1.1 Test specimen for use with the apparatus of Sub-clauses 3.7.2.1 or 3.7.2.2.

The test specimen shall be a sample of the metal-clad base material under test and, before it is printed, its thickness shall be that of the material. It shall be approximately 100 mm (4 in) square and shall be printed by the appropriate method of Sub-clause 1.3 with the ring and disk pattern of Figure 1, page 66.

One specimen shall be used.

3.7.1.2 Test specimen for use with the apparatus of Sub-clause 3.7.2.3.

The specimen shall be a square of side 25 ± 1 mm (1 ± 0.04 in) cut from a sample of the metal-clad base material and shall be unetched. For double-sided metal-clad base material, each face shall be tested separately with separate test specimens. For each side of the board tested, two specimens shall be used.

3.7.2 *Apparatus*

Three alternatives are permitted, but in case of dispute the method of Sub-clause 3.7.2.1 shall be used.

3.7.2.1 A bath of well-stirred silicone or equivalent fluid kept throughout the test at 260^{+5}_{-0} °C. The temperature shall be measured at 25 ± 2.5 mm (1 ± 0.1 in) below the surface.

3.7.2.2 A fluidized sand bath of suitable design (for example, as shown in Figure 7, page 73) kept at a temperature of 260^{+5}_{-0} °C, measured in approximately the same location that will be occupied by the specimen.

3.7.2.3 A suitable solder bath of depth not less than 40 mm (1.6 in) shall be used. If circular, the bath shall be not less than 120 mm (4.7 in) in diameter, and if rectangular, not smaller than 100 mm × 75 mm (4 in × 3 in). The bath shall contain solder of chemical composition and melting temperature range as specified in Appendix B of IEC Publication 68-2-20.

It shall be protected from draughts.

The temperature of the solder shall be kept at 260^{+5}_{-0} °C throughout the test. The temperature shall be measured at a depth of 25 ± 2.5 mm (1 ± 0.1 in) below the surface.

3.7.3 *Procedure*

3.7.3.1 Procedure for use with the apparatus of Sub-clause 3.7.2.1.

The specimen shall be held in a horizontal position, at a depth of 25 ± 2.5 mm (1 ± 0.1 in) in a holder of heat capacity low enough to avoid the temperature of the fluid falling below 260 °C. The specimen shall be totally immersed in the fluid for the time given in the relevant

le fluide pendant le temps prescrit dans la spécification applicable et, immédiatement après retrait, est examinée afin de rechercher les indices de cloquage et de décollement interlaminaire du support isolant.

3.7.3.2 Méthode à utiliser avec l'appareillage défini au paragraphe 3.7.2.2

L'éprouvette est immergée par la tranche, c'est-à-dire que sa surface forme un angle droit avec la surface du bain, pendant le temps prescrit dans la spécification applicable et, immédiatement après retrait, est examinée afin de rechercher les indices de cloquage et de décollement interlaminaire du support isolant.

3.7.3.3 Méthode à utiliser avec l'appareillage défini au paragraphe 3.7.2.3

Laisser tomber l'éprouvette sur la surface de l'alliage propre en fusion pendant le temps prescrit dans la spécification applicable et, immédiatement après retrait, l'examiner afin de rechercher les indices de cloquage et de décollement interlaminaire du support isolant.

3.7.4 Rapport

Le rapport doit indiquer laquelle des trois méthodes a été utilisée et si des indices de cloquage et de décollement interlaminaire ont été relevés. Cette prescription ne s'applique pas sur une bordure de 1 mm (0,04 in) tout autour de l'éprouvette.

3.8 Poinçonnage et usinage

Ces essais font éventuellement l'objet d'un accord entre acheteur et fournisseur.

3.9 Etat de surface

3.9.1 Généralités

Cet essai est applicable uniquement lorsqu'un état de surface de bonne qualité est essentiel pour un revêtement de métal précieux ou pour une gravure fine. La méthode concerne les imperfections à la surface de la feuille de métal. Pour les essais de production, on peut utiliser une méthode de comparaison visuelle avec des échantillons normaux.

3.9.2 Définitions

Les définitions de «bosse», «enfoncement», «inclusion» et «piqûre» sont données dans la Publication 194 de la CEI.

3.9.3 Méthode d'examen des défauts de surface

Une méthode appropriée est donnée ci-dessous:

La feuille à l'essai est placée sur une surface plane horizontale et on examine les défauts.

L'éclairage est obtenu par une source tubulaire horizontale de lumière fluorescente blanche, comme indiqué à la figure 8, page 74, parallèle à l'un des bords de la feuille et au-dessus de son plan, de telle sorte que le rapport de la distance x à la distance y soit inférieur ou égal à 0,27.

La lumière solaire directe est exclue. Un éclairage de l'ordre de 200 lx à 400 lx dans le plan de la feuille est recommandé.

La feuille est examinée avec la source lumineuse parallèle à deux bords adjacents successivement.

specification and, immediately after removal, shall be inspected for blistering and for delamination of the base material.

3.7.3.2 Procedure for use with the apparatus of Sub-clause 3.7.2.2

The specimen shall be immersed edgewise, i.e. with its surface at right angles to the bath surface, for the time given in the relevant specification and, immediately after removal, shall be inspected for blistering and for delamination of the base material.

3.7.3.3 Procedure for use with the apparatus of Sub-clause 3.7.2.3

The specimen shall be dropped onto the surface of the clean molten solder for the time given in the relevant specification and, immediately after removal, shall be inspected for blistering and for delamination of the base material.

3.7.4 Report

The report shall state which of the three methods has been used, and whether the specimen has blistered or delaminated. A border of 1 mm (0.04 in) around the edge of the specimen is excluded from the requirement.

3.8 Punching and machining

If required, these tests are left to agreement between purchaser and supplier.

3.9 Surface finish

3.9.1 General

This test is applicable only where a high-quality surface finish is essential for precious metal plating or fine line etching. The method deals with imperfections in the metal foil surface. For production testing, visual comparison with standard samples may be used.

3.9.2 Definitions

The definitions for “bump”, “indentation”, “inclusion”, and “pinhole” are included in IEC Publication 194.

3.9.3 Method of inspection for surface defects

A suitable method of inspection is as follows:

The sheet under test is placed on a flat horizontal surface and inspected for defects.

Illumination is provided by a horizontal tubular white fluorescent light source positioned, as shown in Figure 8, page 74 parallel with one edge of the sheet and above its plane, so that the ratio of the distance x to the distance y is not greater than 0.27.

Direct sunlight is excluded. An even illumination of the order of 200 lx to 400 lx in the plane of the sheet is recommended.

The sheet is inspected with the light source parallel in turn with two adjacent edges.

L'examen est effectué en regardant en direction de la source lumineuse de telle façon que la lumière directe de la source ne puisse être vue. Un écran placé devant la source lumineuse peut être utilisé à cet effet.

La profondeur des rayures peut être mesurée au moyen d'un instrument. La longueur et la largeur des autres défauts sont mesurées avec un graticule et une lentille.

3.10 Soudabilité

Déterminer l'aptitude au brasage de la surface de cuivre.

3.10.1 Généralités

L'essai est effectué comme le prescrit l'essai Tc de la Publication 68-2-20 de la CEI et comme spécifié ci-dessous.

3.10.2 Epreuve

L'éprouvette est un carré de 30 ± 1 mm ($1,2 \pm 0,04$ in) de côté, découpé dans l'échantillon de support isolant métallisé, non gravé.

Pour les supports isolants métallisés sur les deux faces, chaque face est essayée séparément avec des éprouvettes différentes.

On utilise dix éprouvettes pour chaque face de la carte essayée pour l'essai de mouillage et dix éprouvettes supplémentaires pour l'essai de démouillage.

3.10.3 Nettoyage

Lors de la manipulation de l'éprouvette, on doit prendre soin de rendre minimales l'oxydation et la contamination de la surface à essayer. A moins de précautions particulières prises par le fabricant, l'éprouvette est nettoyée avant l'essai de soudabilité, comme spécifié ci-après.

Les éprouvettes sont dégraissées par immersion dans un solvant organique neutre à la température ambiante, séchées, immergées pendant 15 s dans une solution de HCl (une part de HCl de masse volumique 1180 kg/m^3 et quatre parts d'eau en volume), puis rincées dans de l'eau déionisée et encore dans de l'alcool isopropylique, et séchées en air chaud pour la durée minimale nécessaire.

3.10.4 Flux

Voir le paragraphe 6.6.2 (0,2% activateur) de la Publication 68-2-20 de la CEI. Cependant, un flux comme celui qui est spécifié dans la même publication, au paragraphe 6.6.3 (0,5% activateur), peut être adopté après accord entre acheteur et fournisseur.

3.10.5 Méthode d'essai

La température et le temps de soudage pour les essais de mouillage et de démouillage sont précisés dans la spécification applicable.

3.10.6 Evaluation de la soudabilité

La soudabilité de chaque éprouvette est évaluée et notée par comparaison avec les illustrations représentées à la figure 9, page 75.

3.11 Stabilité dimensionnelle

3.11.1 Objet

Fournir des renseignements sur les variations dimensionnelles linéaires de support isolant métallisé durant le processus de fabrication et particulièrement après gravure et traitement thermique.

Inspection is made looking towards the light source in such a way that direct light from the source is not seen. A screen in front of the light source may be used to achieve this.

The depth of scratches is measured by means of an instrument. The length and the width of other defects are measured with a graticule and a lens.

3.10 *Solderability*

To determine the suitability of the copper-foil surface for soldering.

3.10.1 *General*

The test shall be carried out as described in Test Tc of IEC Publication 68-2-20 and as specified below.

3.10.2 *Test specimen*

The specimen shall be a square of side 30 ± 1 mm (1.2 ± 0.04 in) cut from a sample of the metal-clad base material and shall be unetched.

For double-sided metal-clad base material, each face shall be tested separately with separate test specimens.

For each side of the board tested, ten specimens shall be used for the wetting test and ten additional specimens for the de-wetting test.

3.10.3 *Cleaning*

Care must be taken when handling the specimen to minimize oxidation and contamination of the surfaces to be tested. Unless special precautions are taken by the manufacturer the specimen shall be cleaned as specified below prior to solderability testing.

The specimens shall be degreased by immersion in a neutral organic solvent at room temperature, dried, immersed for 15 s in a solution of HCl (one part HCl of density 1180 kg/m^3 and four parts water by volume), then rinsed in de-ionized water, further rinsed in isopropyl alcohol and dried in hot air for the minimum time necessary.

3.10.4 *Flux*

See Sub-clause 6.6.2 (0.2% activator) of IEC Publication 68-2-20. However, a flux as specified in the same publication, Sub-clause 6.6.3 (0.5% activator), may be agreed upon between purchaser and supplier.

3.10.5 *Procedure*

The temperature and time of soldering for the wetting and de-wetting tests shall be as stated in the relevant specification.

3.10.6 *Evaluation of solderability*

The solderability of each specimen shall be evaluated and reported by comparison with the illustrations shown in Figure 9, page 75.

3.11 *Dimensional stability*

3.11.1 *Object*

To provide information on the linear dimensional changes of metal-clad base materials which may occur during processing, particularly after etching and heat treatment.

3.11.2 Méthode d'essai

On peut utiliser des méthodes de mesure optiques ou mécaniques. La méthode doit permettre d'obtenir des résultats reproductibles avec une erreur inférieure ou égale à $13\text{ }\mu\text{m}$ ($0,0005\text{ in}$). Les échantillons sont mesurés avant et après traitement.

3.11.3 Éprouvettes

On utilise trois éprouvettes.

Lorsque le format de fabrication de la feuille ou du rouleau excède 300 mm (12 in) dans les deux directions, chaque éprouvette est un carré de 300 mm (12 in) environ de côté, découpé dans une feuille ou un rouleau à l'essai.

Les trois éprouvettes sont découpées à des endroits différents dans la feuille, comme le montre la figure 10, A et B, page 76. Lorsque cela est possible, un des côtés de l'éprouvette est coupé parallèlement au sens de marche de la machine et est identifié comme tel.

Des marques appropriées, telles que des croix tracées ou imprimées, ou des trous sont placés dans chaque coin de l'éprouvette, à peu près à la distance de 20 mm ($0,8\text{ in}$) de chaque côté, de telle façon qu'ils forment un carré de $260 \pm 5\text{ mm}$ ($10,2 \pm 0,2\text{ in}$) de côté. Ces marques ou ces trous sont numérotés 1-2-3-4 (voir figure 11, page 76).

Pour des matériaux (par exemple matériaux souples fournis en rouleaux) ayant une largeur comprise entre 140 mm et 300 mm ($5,5\text{ in}$ et 12 in), l'éprouvette est un carré de côté égal à la largeur du matériau. Les quatre marques forment un carré dont le côté est inférieur de 40 mm ($1,6\text{ in}$) à la largeur du matériau.

Pour des matériaux fournis en rouleaux, de largeur inférieure à 140 mm ($5,5\text{ in}$), l'éprouvette a une longueur d'environ 140 mm ($5,5\text{ in}$) et une largeur au moins égale à 25 mm ($1,0\text{ in}$); seules les deux marques 1 et 2 sont faites. La distance entre elles est de 100 mm (4 in) environ.

3.11.4 Méthode d'essai

3.11.4.1 Conditionnement de l'éprouvette

L'éprouvette est maintenue dans les conditions atmosphériques normales des essais d'arbitrage ($23 \pm 1^\circ\text{C}$ et $50 \pm 2\%$ d'humidité relative) spécifiées au paragraphe 5.2 de la Publication 68-1 de la CEI, pendant au moins 18 h avant que les mesures soient effectuées.

3.11.4.2 Mesures

Les distances entre les marques indiquées à la figure 11 sont mesurées de la façon suivante: 1 à 2, 2 à 3, 3 à 4, 4 à 1.

Pour chaque éprouvette, les distances mesurées entre les points 1 à 2 et 3 à 4 sont utilisées pour déterminer la variation dimensionnelle dans une direction et les distances entre les points 2 à 3 et 4 à 1, pour déterminer la variation dimensionnelle dans la direction perpendiculaire. Lorsque le sens de marche de la machine est connu, il sera noté laquelle des variations dimensionnelles correspond à ce sens.

L'éprouvette est maintenue à plat pendant les mesures. Toutes les mesures sont faites dans les conditions atmosphériques normales des essais d'arbitrage de $23 \pm 1^\circ\text{C}$ et $50 \pm 2\%$ d'humidité relative. Une information complémentaire peut être obtenue en mesurant aussi les distances (en diagonale) entre les points 1 et 3, et entre les points 2 et 4.

3.11.2 Procedure

Optical or mechanical measuring methods may be used. The method shall be capable of repeatability of measurement with an error not exceeding $13\text{ }\mu\text{m}$ (0.0005 in). The samples shall be measured before and after processing.

3.11.3 Test specimens

Three specimens shall be used.

If the size of the sheet or roll as manufactured exceeds 300 mm (12 in) in both directions, each specimen shall be a square of 300 mm (12 in) approximate side length cut from a sheet or roll of the material under test.

The three specimens shall be cut from different locations across the sheets as shown in Figure 10, A and B, page 76. When possible, one side of the specimen shall be cut parallel to the machine direction and it shall be so identified.

Suitable markings, such as scribed or printed crosses, or holes shall be put in each corner of the specimen approximately 20 mm (0.8 in) from the edges so that they form a square of side length $260 \pm 5\text{ mm}$ ($10.2 \pm 0.2\text{ in}$). These markings or holes shall be numbered 1-2-3-4 (see Figure 11, page 76).

For materials (for example, flexible materials supplied in rolls) with a width between 140 mm and 300 mm (5.5 in and 12 in) the specimen shall be a square with side length equal to the width of the material. The four markings shall form a square of side length approximately 40 mm (1.6 in) less than the width of the material.

For materials supplied in rolls with a width narrower than 140 mm (5.5 in) the specimen shall be approximately 140 mm (5.5 in) long and not less than 25 mm (1.0 in) wide and only the two markings 1 and 2 shall be made. The distance between them shall be approximately 100 mm (4 in).

3.11.4 Procedure

3.11.4.1 Specimen conditioning

The specimen shall be maintained under the standard atmospheric conditions for referee tests ($23 \pm 1^\circ\text{C}$ and $50 \pm 2\%$ relative humidity), as specified in Sub-clause 5.2 of IEC Publication 68-1, for at least 18 h before any measurements are made.

3.11.4.2 Measurements

The distances shall be measured between the following marks labelled as indicated in Figure 11: 1 to 2, 2 to 3, 3 to 4, 4 to 1.

For each specimen the distances measured between points 1 to 2 and 3 to 4 shall be used for determining the dimensional change in one direction and the distances between points 2 to 3 and 4 to 1 for determining the dimensional change in the direction at right angles. Where the machine direction is known, it shall be stated which of the two dimensional changes corresponds to the machine direction.

The specimen shall be kept flat during the measurement. All measurements shall be made under the standard atmospheric conditions for referee tests of $23 \pm 1^\circ\text{C}$ and $50 \pm 2\%$ relative humidity. Additional information may be obtained by measuring the diagonal distances between points 1-3 and 2-4.

3.11.4.3 Séquence d'essai

L'éprouvette est essayée selon la séquence suivante:

- 1) préconditionnement selon le paragraphe 3.11.4.1;
 - 2) mesures initiales selon le paragraphe 3.11.4.2;
 - 3) pose d'un masque: avant gravure, les marques de référence ou les trous sont masqués par des carrés de réserve de gravure de côté n'excédant pas 13 mm (0,5 in);
- Note.* — Quand des méthodes de mesures mécaniques sont utilisées, le masquage avant gravure peut ne pas être fait, pourvu que l'on obtienne la précision de mesure spécifiée.
- 4) phase 1 du processus: élimination entière du métal à l'exception des surfaces masquées, par gravure, nettoyage et séchage, selon les paragraphes 1.3.1.2 et 1.3.1.3;
 - 5) préconditionnement selon le paragraphe 3.11.4.1;
 - 6) mesures selon le paragraphe 3.11.4.2;
 - 7) phase 2 du processus: chauffage à 125 ± 2 °C comme spécifié au paragraphe 3.1 de la Publication 68-2-2 de la CEI, mais d'une durée de 60^{+5}_{-0} min;
 - 8) reconditionnement selon le paragraphe 3.11.4.1, immédiatement après l'exécution de la phase 2;
 - 9) mesures selon le paragraphe 3.11.4.2.

3.11.4.4 Autres phases

Eventuellement, des processus faisant intervenir d'autres phases peuvent être prescrits dans la spécification applicable. Chaque phase doit être immédiatement suivie d'un reconditionnement selon le paragraphe 3.11.4.1 avant l'exécution des mesures.

3.11.5 Rapport

Le rapport indique:

- 1) les dimensions de l'éprouvette;
- 2) les phases du processus utilisées (phase 1, phase 2, ou autre phase détaillée);
- 3) la moyenne des variations dimensionnelles pour chaque éprouvette par rapport à la dimension initiale pour chaque sens de la feuille et chaque phase du processus.

La variation dimensionnelle est exprimée en micromètres par millimètre ou en 0,001 in par inch, suivie du mot contraction ou dilatation.

3.11.6 Détails à spécifier

Lorsque cet essai est requis par la spécification du support isolant métallisé, les détails ci-après sont spécifiés:

- 1) les phases du processus utilisées;
- 2) les détails d'une phase de processus différente des phases 1 et 2;
- 3) les prescriptions.

3.12 Résistance aux flexions répétées

Déterminer l'aptitude des stratifiés plaqués métal flexibles à résister à des flexions répétées sans craquelures ou décollement du revêtement métallique.

3.12.1 Eprouvette

L'éprouvette est prise dans le support isolant métallisé flexible à l'essai; avant gravure, son épaisseur est celle de ce matériau. Sa longueur est d'au moins 100 mm (4 in) et sa largeur est de 22 ± 2 mm ($0,9 \pm 0,1$ in); la configuration représentée à la figure 12, page 77, est imprimée sur chacune des faces métallisées selon la méthode appropriée du paragraphe 1.3.

3.11.4.3 *Test sequence*

The specimen shall be tested in the following sequence:

- 1) pre-conditioning according to Sub-clause 3.11.4.1;
- 2) initial measurements according to Sub-clause 3.11.4.2;
- 3) masking: prior to etching, the reference markings or holes shall be masked with etch-resisting squares with side lengths not exceeding 13 mm (0.5 in);

Note. — When mechanical measuring methods are applied the masking prior to etching may be omitted provided that the specified accuracy of measurement is achieved.

- 4) process step 1 — complete removal of the metal except for masked areas by etching, washing and drying according to Sub-clauses 1.3.1.2 and 1.3.1.3;
- 5) pre-conditioning according to Sub-clause 3.11.4.1;
- 6) measuring according to Sub-clause 3.11.4.2;
- 7) process step 2 — heating at 125 ± 2 °C as specified in Sub-clause 3.1 of IEC Publication 68-2-2, but for a duration of 60^{+5}_{-0} min;
- 8) re-conditioning according to Sub-clause 3.11.4.1 immediately after the completion of process step 2;
- 9) measuring according to Sub-clause 3.11.4.2.

3.11.4.4 *Other processing steps*

If required, other processing steps may be specified in the relevant specification. Each process step shall be followed immediately by re-conditioning according to Sub-clause 3.11.4.1 before measurements are made.

3.11.5 *Report*

The report shall state:

- 1) the size of the specimen;
- 2) the process steps used (step 1, step 2 or others in detail);
- 3) the average of the dimensional changes for each specimen in relation to the initial dimension for each direction of the sheet and for each process step.

The dimensional change shall be expressed in micrometers per millimetre or in 0.001 in per inch, followed by the word shrinkage or expansion.

3.11.6 *Details to be specified*

When this test is required by the material specification the following details shall be specified:

- 1) process steps to be used;
- 2) details of any process steps other than 1 and 2;
- 3) requirements.

3.12 *Flexural fatigue*

To determine the ability of a flexible metal-clad laminate to withstand repeated flexing without cracking or detachment of the metal cladding.

3.12.1 *Test specimen*

The test specimen shall be a piece of the flexible metal-clad material under test and, before it is etched, its thickness shall be that of the material. It shall be at least 100 mm (4 in) long and 22 ± 2 mm (0.9 ± 0.1 in) wide and shall be printed by the appropriate method of Sub-clause 1.3 with the pattern shown in Figure 12, page 77, on each metal-clad side.

On utilise deux éprouvettes ayant leur axe le plus long selon le sens de marche de la machine (parallèle à l'un des côtés de la feuille si ce sens n'est pas connu) et deux autres ayant leur axe le plus long perpendiculaire à celui des deux premières, sauf lorsqu'il s'agit d'essais de support isolant métallisé sur les deux faces, auquel cas on utilise une seule éprouvette par orientation.

3.12.2 Appareillage

La figure 13, page 77, représente l'arrangement général d'un appareillage utilisable pour cet essai. L'une des extrémités de l'éprouvette est maintenue par une mâchoire isolée contre la face d'une barre non conductrice fixe.

L'autre extrémité de l'éprouvette est fixée de façon identique contre la face d'une deuxième barre non conductrice disposée parallèlement à la première de telle sorte que l'éprouvette soit pliée en boucle, la boucle formant un demi-cercle dont on peut faire varier le diamètre selon l'écartement des deux barres. La deuxième barre peut coulisser dans un mouvement alternatif selon sa plus grande dimension sur une course d'environ 75 mm (3 in) à une cadence n'excédant pas dix cycles par minute. L'appareillage comporte un relais de sorte que toute discontinuité de 10 ms ou plus dans un circuit comprenant l'impression conductrice imprimée sur l'éprouvette provoque l'arrêt du moteur qui entraîne le mouvement alternatif de la barre. Un compteur indique le nombre de cycles effectués pendant l'essai.

3.12.3 Méthode d'essai

Des fils isolés de faible longueur sont connectés aux extrémités de l'impression conductrice.

L'éprouvette est montée entre les barres parallèles de l'appareillage de telle sorte que le diamètre intérieur de la boucle soit de $9,6 \pm 0,4$ mm ($0,38 \pm 0,02$ in), et les fils sont connectés au relais. Pour un essai sur du support isolant métallisé sur les deux faces, on connecte au relais les deux impressions conductrices montées en série.

Le mouvement alternatif doit être tel que la boucle se déplace d'au moins 25 mm (1 in) et que l'éprouvette ne soit courbée à aucune des deux mâchoires. La cadence du mouvement alternatif ne doit pas excéder dix cycles par minute.

L'essai consiste à faire durer le mouvement alternatif imprimé à la barre mobile jusqu'à ce qu'une discontinuité électrique dans l'impression conductrice de l'éprouvette agisse sur le relais qui arrête le moteur ou jusqu'à exécution, sans défaut, du nombre de cycles requis (le décollement de la feuille de cuivre du support isolant flexible est également un défaut).

L'essai est exécuté sur deux éprouvettes orientées dans le sens de marche de la machine, la configuration conductrice étant située pour l'une à l'intérieur de la boucle et pour l'autre à l'extérieur. Il est répété de façon similaire sur les deux éprouvettes orientées perpendiculairement au sens de marche de la machine. Lorsque le support isolant est métallisé sur les deux faces, on effectue un seul essai dans chacune des orientations.

Le nombre minimal de cycles provoquant une discontinuité électrique dans l'une ou l'autre des orientations de l'éprouvette, l'impression conductrice se trouvant à l'intérieur ou à l'extérieur de la boucle, est pris comme valeur de résistance aux flexions répétées.

3.12.4 Rapport

Le rapport indique le nombre de cycles ayant causé la discontinuité électrique dans l'impression conductrice ou le nombre de cycles atteint sans défaut, ou le fait que la feuille de cuivre s'est décollée du support isolant flexible.

Two specimens with their longest axes in the machine direction (parallel to a side of the sheet if not known) and two with their longest axes at right angles to the first two shall be used, except for the testing of material clad with metal on both sides, when only one in each direction shall be used.

3.12.2 Apparatus

The general arrangement of the apparatus is shown in Figure 13, page 77. This allows one end of the test specimen to be held with an insulating clamp against the face of a fixed non-conducting bar.

The other end of the specimen can be similarly clamped to the face of the second non-conducting bar mounted parallel to the first so that a 180° loop of the specimen is formed between the two bars, and the distance between the bars can be adjusted to vary the diameter of the loop. The second bar slides in the direction of its major dimension and can be reciprocated over a travel of approximately 75 mm (3 in) at a rate not exceeding ten cycles per minute. A relay is included in the apparatus so that any discontinuity of 10 ms or longer in a circuit which includes the conductive pattern on the test specimen will cause the motor driving the reciprocating bar to stop. A counter indicates the number of cycles completed during a test.

3.12.3 Procedure

Short lengths of insulated wire shall be connected to the extreme ends of the conductive pattern.

The test specimen shall be mounted between the parallel bars of the test apparatus so that the inside diameter of the loop is 9.6 ± 0.4 mm (0.38 ± 0.02 in) and the wires shall be connected to the relay. In a test of material clad on both sides the two conductive patterns shall be connected in series to the relay.

The reciprocating travel shall be such that the loop travels at least 25 mm (1 in) and the specimen does not bend at either clamp. The rate of reciprocation shall not exceed ten cycles per minute.

The test shall be conducted by reciprocating the moveable bar until electrical discontinuity in the conductive pattern on the test specimen causes the relay to stop the motor, or until the required number of cycles has been completed without failure (detachment of the copper foil from the flexible base material is also a failure).

The test shall be performed on one specimen in the machine direction with the conductive pattern on the inside of the loop and one with the conductor pattern on the outside. It shall be repeated similarly using the two specimens in the cross-machine direction. Only one test shall be performed in each direction on material clad with metal foil on both sides.

The minimum number of cycles needed to cause electrical discontinuity in either direction of the specimen and with the conductive pattern on either the inside or outside of the loop shall be taken as the value of flexural fatigue.

3.12.4 Report

The report shall state either the number of cycles to cause electrical discontinuity in the conductive pattern or the number of cycles completed without failure, or the fact that detachment of the copper foil from the flexible base material occurred.

3.13 *Masse de la feuille métallique par unité de surface, après collage (par gravure)*

Déterminer la masse surfacique de la feuille métallique des stratifiés plaqués métal.

3.13.1 *Eprouvette*

L'éprouvette est un échantillon carré, d'environ 100 mm (4 in) de côté, du support isolant métallisé à l'essai.

On utilise une éprouvette.

3.13.2 *Méthode d'essai*

On calcule la surface de l'éprouvette à l'aide de ses dimensions, mesurées avec une précision de 0,1 mm (0,004 in).

L'éprouvette subit, pendant 24 h, un préconditionnement à $23 \pm 2^\circ\text{C}$ et $50 \pm 2\%$ d'humidité relative, puis elle est pesée avec une précision de 0,002 g (0,0001 oz).

La feuille de métal (ou les feuilles) est alors entièrement enlevée selon la méthode appropriée du paragraphe 1.3 et l'éprouvette subit à nouveau un conditionnement supplémentaire de 24 h à $23 \pm 2^\circ\text{C}$ et $50 \pm 2\%$ d'humidité relative avant d'être pesée comme précédemment.

Les matériaux métallisés sur les deux faces sont essayés comme ci-dessus à moins qu'il ne soit nécessaire de déterminer la masse de chacune des feuilles métalliques, par exemple quand des feuilles différentes sont utilisées sur les faces opposées ou en cas de désaccord. Dans ces cas seulement, on utilise des éprouvettes différentes pour déterminer la masse de la feuille sur chaque face; la feuille de la face opposée est protégée par une réserve appropriée qui est appliquée avant la première période de préconditionnement.

La masse de la feuille métallique, par unité de surface, est calculée en divisant la différence entre les deux mesures de masse par la mesure de la surface de l'éprouvette. Dans le cas de supports isolants métallisés sur les deux faces avec feuilles métalliques identiques, la masse par unité de surface des feuilles individuelles est définie comme la moitié du total obtenu.

3.13.3 *Rapport*

Le rapport indique la masse de la feuille métallique (ou des feuilles métalliques) par unité de surface, exprimée en grammes par mètre carré (oz/ft²) au gramme par mètre carré (0,005 oz/ft²) près.

3.14 *Epaisseur*

Déterminer l'épaisseur de feuilles ou de stratifiés minces.

3.14.1 *Appareillage*

On utilise un micromètre à cadran ayant deux touches rectifiées circulaires et coaxiales plates à 0,001 mm (0,00004 in) près et parallèles à 0,003 mm (0,00012 in) près. La touche supérieure donnant la pression doit avoir un diamètre de 6 mm à 8 mm (0,24 in à 0,31 in) et la touche inférieure doit avoir une surface plus grande. La touche supérieure se tient sur un axe perpendiculaire aux deux faces.

Le cadran doit être gradué pour permettre des lectures directes de 0,002 mm (0,0001 in). Le bâti du micromètre doit être d'une rigidité telle qu'une force de 15 N (3,4 lbf) appliquée sur le support du cadran, sans contact avec le poids ni avec l'axe de la touche, ne puisse produire une déformation du bâti supérieure à 0,003 mm (0,00012 in) suivant l'indication du cadran. La pression exercée sur l'éprouvette est de 1 N/cm² à 2 N/cm² (1,5 lbf/in² à 3,0 lbf/in²).

La précision du micromètre doit être fréquemment vérifiée à l'aide d'un jeu de jauges en acier; l'erreur de mesure du micromètre ne doit pas excéder 0,005 mm (0,0002 in).

Il est avantageux d'utiliser un micromètre avec amortisseur ou à vitesse de descente de la touche contrôlée.

3.13 *Mass per unit area of metal foil after lamination (by etching)*

To determine the mass per unit area of metal foil of a metal-clad laminate.

3.13.1 *Test specimen*

The specimen shall be a sample of the metal-clad base material under test and shall be a square of side length approximately 100 mm (4 in).

One specimen shall be used.

3.13.2 *Procedure*

The dimensions of the specimen shall be measured to an accuracy of 0.1 mm (0.004 in) and used to calculate its area.

The specimen shall be pre-conditioned for 24 h at 23 ± 2 °C, $50 \pm 2\%$ relative humidity, then weighed to an accuracy of 0.002 g (0.0001 oz).

The metal foil or foils shall then be completely removed by the appropriate method of Sub-clause 1.3 and the specimen shall again be conditioned for a further 24 h at 23 ± 2 °C, $50 \pm 2\%$ relative humidity before re-weighing as before.

Materials clad with metal foil on both sides shall be tested as above unless it is necessary to determine the mass of the individual foils, for example, when different foils are used on opposite sides or in case of dispute. In these cases only, separate specimens shall be used to determine the foil mass on each side and the foil on the reverse side shall be protected by a suitable resist applied before the first period of pre-conditioning.

The mass per unit area of metal foil shall be calculated by dividing the difference between the two measured masses by the measured area of the specimen. In the case of materials clad on both sides with similar foils, the mass per unit area of the individual foils shall be taken as half the total obtained.

3.13.3 *Report*

The report shall state the mass per unit area of the metal foil or foils, expressed in grammes per square metre (oz/ft²) to the nearest gramme per square metre (0.005 oz/ft²).

3.14 *Thickness*

To determine the thickness of films or thin laminates.

3.14.1 *Apparatus*

A dead-weight dial-type micrometer having two ground and lapped coaxial circular surfaces, flat within 0.001 mm (0.00004 in) and parallel to within 0.003 mm (0.00012 in) shall be used. The upper surface, or pressure foot, shall be 6 mm to 8 mm (0.24 in to 0.31 in) in diameter and the lower surface larger than the upper one. The upper surface shall move on the axis perpendicular to the two faces.

The dial shall be graduated to read directly to 0.002 mm (0.0001 in). The frame of the micrometer shall be of such rigidity that a load of 15 N (3.4 lbf) applied to the dial housing, in contact with neither the weight nor the pressure-foot spindle, will produce a deflection of the frame not greater than 0.003 mm (0.00012 in) as indicated on the micrometer dial. The pressure exerted on the specimen shall be 1 N/cm² to 2 N/cm² (1.5 lbf/in² to 3.0 lbf/in²).

The accuracy of the micrometer shall be checked frequently by means of a set of steel gauges; the measuring errors of the micrometer shall not exceed 0.005 mm (0.0002 in).

The use of a micrometer with a damping device, or controlled rate of movement of the pressure-foot, is an advantage.

3.14.2 Méthode d'essai

Placer le matériau à mesurer entre les touches du micromètre de telle façon que la face de la touche supérieure se trouve entièrement en correspondance avec le matériau. La touche supérieure doit être abaissée doucement, lentement et avec grand soin sur l'éprouvette de façon à éviter tout choc. Aucune pression ne doit être exercée à la main sur l'appareil ni sur le matériau en faisant la lecture. Celle-ci se fait aussitôt que l'aiguille du cadran s'arrête. Les erreurs de parallaxe et les vibrations qui pourraient affecter les résultats de façon importante doivent être évitées.

4. Essais non électriques sur le support isolant

4.1 Flexion

Déterminer la résistance à la flexion des matériaux de base isolants rigides.

4.1.1 Généralités

L'essai n'est appliqué que sur des éprouvettes d'épaisseur au moins égale à 1 mm (0,04 in). Il est effectué conformément à la Norme ISO 178 et selon la spécification ci-après.

4.1.2 Eprouvettes

L'éprouvette est préparée à partir d'un échantillon du support isolant à l'essai, après que le métal a été entièrement éliminé selon la méthode appropriée du paragraphe 1.3. Son épaisseur est celle du support isolant, y compris tout agent de liaison présent dans le matériau. Sa longueur ne doit pas être inférieure à 20 fois son épaisseur et sa largeur doit être celle qui est donnée dans la Norme ISO 178.

On utilise dix éprouvettes: pour cinq de ces éprouvettes leur grand axe est parallèle à la longueur de la feuille, pour les cinq dernières leur grand axe est parallèle à sa largeur.

4.1.3 Méthode d'essai

La charge est appliquée sur chaque éprouvette à la vitesse indiquée dans la Norme ISO 178 et la charge de rupture est déterminée. La contrainte de rupture à la flexion est calculée pour chaque éprouvette et la moyenne des cinq valeurs de chaque orientation est déterminée.

4.1.4 Rapport

Le rapport indique la moyenne des forces de flexion entraînant la rupture, exprimée en newtons par centimètre carré (lbf/in²) pour le jeu de cinq éprouvettes ayant donné la valeur la plus faible.

4.2 Aucun essai n'est attribué à ce paragraphe.

4.3 Inflammabilité

Note. — L'essai portant référence de ce paragraphe dans l'édition de 1968 se trouve au paragraphe 4.3.3 de la présente édition.

4.3.1 Généralités

Les essais ci-après sont des essais de laboratoire destinés au contrôle de qualité et pour lesquels on utilise des sources d'inflammation de faible énergie. Les résultats des différents essais ne classent pas forcément les différents matériaux dans le même ordre et aucun des résultats ne prétend prévoir le comportement des matériaux en présence de feu à plus grande échelle.

Des matériaux d'épaisseurs différentes ne donnent pas les mêmes résultats lorsqu'on utilise ces méthodes d'essai.

3.14.2 Procedure

The material shall be placed between the two faces of the micrometer, so that the whole face of the pressure-foot will fall within the area of the material. The pressure-foot shall be lowered gently, slowly and with great care on to the test specimen so that all punching effect is avoided. No stress shall be imposed by hand on the instrument or the material when a reading is being taken. The reading shall be taken as soon as the pointer has ceased to move. It is necessary to take care in avoiding parallax errors and vibrations which may significantly effect the results.

4. Non-electrical tests on the base material

4.1 Flexural strength

To determine the flexural strength of rigid insulating base materials.

4.1.1 General

This test shall only be applied to specimens 1 mm (0.04 in) or greater in thickness. It shall be carried out as described in ISO Standard 178 and as specified below.

4.1.2 Test specimens

The test specimen 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. Its thickness shall be that of the base material, including any bonding medium which may be present. Its length shall be not less than 20 times its thickness, and its width shall be as given in ISO Standard 178.

Ten specimens shall be used. Five shall have their longest axes parallel to the length of the sheet, and five shall be parallel to its width.

4.1.3 Procedure

Each specimen shall be loaded at the rate given in ISO Standard 178, and the load to rupture shall be determined. The flexural stress at rupture shall be calculated for each specimen, and the average of the five values in each direction shall be determined.

4.1.4 Report

The report shall state the average flexural strength at rupture, expressed in newtons per square centimetre (N/cm²), for whichever set of five specimens gives the lower value.

4.2 No test is assigned to this sub-clause.

4.3 Flammability

Note. — The test referred to in this sub-clause of the 1968 edition now appears as Sub-clause 4.3.3 of this edition.

4.3.1 General

The tests which follow are laboratory tests for quality control use using low energy sources of ignition. The results from the different tests do not necessarily rank different materials in the same order, and none of the results attempts to predict the behaviour of materials in any larger-scale fire.

Materials of different thickness should not be expected to give similar results when tested by these methods.

4.3.2 *Source d'inflammation*

La source d'inflammation est une flamme bleue produite par un bec Bunsen dont le brûleur a une longueur de 100 mm (4 in) environ et un diamètre intérieur de $9,5 \pm 0,5$ mm ($0,38 \pm 0,02$ in). Le brûleur est dépourvu de tout accessoire terminal tel qu'un stabilisateur. On utilise une alimentation en gaz méthane de qualité industrielle fournissant un débit de gaz uniforme et dotée d'un régulateur et d'un appareil de mesure appropriés.

Note. — Il a été constaté que du gaz naturel possédant une quantité de chaleur de 37 MJ/m³ donnait des résultats similaires.

On obtient la flamme requise en procédant au réglage de l'alimentation en gaz et de l'admission de l'air jusqu'à production d'une flamme bleue à pointe jaune de hauteur spécifiée dans la méthode d'essai applicable; l'admission de l'air est alors augmentée jusqu'au point de disparition de la pointe jaune. La hauteur de la flamme est à nouveau mesurée et corrigée si nécessaire.

Note. — La hauteur de la flamme est spécifiée dans les diverses méthodes d'essai.

4.3.3 *Essai de combustion horizontale pour les supports isolants rigides*

4.3.3.1 *Objet*

Déterminer l'inflammabilité d'une feuille de support isolant rigide de résistance limitée à l'inflammation et à la propagation de faibles incendies provoqués par un échauffement anormal accidentel d'un composant électronique. L'intensité de la faible flamme d'essai utilisée est du même ordre que celle du risque réel. Le résultat de l'essai est exprimé en termes de temps de combustion de l'éprouvette après exposition à la flamme d'essai (voir aussi le paragraphe 4.3.1).

4.3.3.2 *Chambre d'essai*

L'essai est effectué en lumière atténuée dans une chambre ou une enceinte sans courant d'air mais dotée de moyens pour évacuer les fumées provenant de la combustion des éprouvettes. Une hotte peut être utilisée mais son ventilateur doit être arrêté pendant l'essai et ne doit fonctionner que pour évacuer les fumées entre les essais.

4.3.3.3 *Eprouvette*

L'éprouvette est préparée à partir d'un échantillon du support isolant métallisé à l'essai après que le métal a été entièrement enlevé selon la méthode appropriée du paragraphe 1.3. Sa longueur est de 125 ± 5 mm ($4,92 \pm 0,20$ in), sa largeur est de 13 ± 1 mm ($0,51 \pm 0,04$ in) et, avant gravure, son épaisseur est celle de ce support isolant. Ses bords sont lisses, le rayon de ses coins arrondis ne doit pas excéder 1,3 mm (0,05 in); elle est marquée par une ligne tracée perpendiculairement à son axe longitudinal à $25 \pm 0,5$ mm ($0,98 \pm 0,02$ in) de l'extrémité qui doit être enflammée.

Quatre éprouvettes sont utilisées.

4.3.3.4 *Conditionnement*

Sauf spécification contraire, les éprouvettes sont maintenues avant l'essai dans les conditions définies au paragraphe 1.1.1 pendant 48 h.

4.3.3.5 *Méthode d'essai*

L'éprouvette est fixée par son extrémité la plus éloignée de la ligne tracée, sur un support rigide, à l'aide d'une pince de telle façon que son axe longitudinal soit horizontal, que son axe transversal soit incliné à $45 \pm 10^\circ$ de l'horizontale et que l'on puisse voir la ligne tracée. Un morceau carré de toile métallique propre de 8 mailles par centimètre (20 mailles par inch) environ et de

4.3.2 Ignition source

The ignition source shall be a blue flame produced from a Bunsen burner having a tube length of approximately 100 mm (4 in) and an inside diameter of 9.5 ± 0.5 mm (0.38 ± 0.02 in). The tube shall not be equipped with any end attachment such as a stabilizer. A supply of technical grade methane gas with a suitable regulator and meter to produce a uniform gas flow shall be used.

Note. — Natural gas having a heat content of approximately 37 MJ/m³ has been found to provide similar results.

The required flame shall be obtained by adjusting the gas supply and the air inlets of the burner until a yellow-tipped blue flame of the height specified in the relevant test is produced, and then by increasing the air supply until the yellow tip just disappears. The height of the flame shall be measured again and corrected if necessary.

Note. — The height of the flame is specified in the different test methods.

4.3.3 Horizontal burning test for rigid materials

4.3.3.1 Object

To determine the flammability of rigid sheet materials which have a limited resistance to ignition and to the spread of small fires caused by the accidental overheating of single electronic components. The test is carried out using a small test flame whose intensity is of a similar order to that of the actual hazard. The test result is expressed in terms of the burning time of the specimen after exposure to the test flame (see also Sub-clause 4.3.1).

4.3.3.2 Test chamber

The test shall be conducted in subdued light in a draught-free room or enclosure, but provided with means of venting the fumes from burning specimens. A hood may be used, but its exhaust fan shall be turned off during the tests and allowed to operate only to clear the fumes between tests.

4.3.3.3 Test specimen

The test specimen 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. It shall be 125 ± 5 mm (4.92 ± 0.20 in) long, 13 ± 1 mm (0.51 ± 0.04 in) wide, and before etching its thickness shall be that of the material. Its edges shall be smooth, the radius of its corners shall not exceed 1.3 mm (0.05 in) and it shall be marked by scribing it with a line perpendicular to its longitudinal axis, 25 ± 0.5 mm (0.98 ± 0.02 in) away from the end which is to be ignited.

Four specimens shall be used.

4.3.3.4 Conditioning

Before testing, the specimens shall be kept for 48 h in the conditions defined in Sub-clause 1.1.1 unless otherwise specified.

4.3.3.5 Procedure

The specimen shall be clamped in a rigid support at the end further from the scribed line so that its longitudinal axis is horizontal, its transverse axis is inclined at $45 \pm 10^\circ$ to the horizontal, and the line on the specimen can be seen. A piece of clean wire gauze with approximately 8 meshes per centimetre (20 meshes per in) and approximately 100 mm (4 in) square shall be

100 mm (4 in) environ de côté est fixé en position horizontale à l'aide d'une pince à 10 ± 1 mm ($0,4 \pm 0,04$ in) au-dessous de l'échantillon de telle façon que l'extrémité libre de celle-ci déborde de 13 ± 1 mm ($0,5 \pm 0,04$ in) de la bordure de la toile métallique comme le montre la figure 14, page 78.

Une flamme bleue de 25 ± 1 mm ($0,98 \pm 0,04$ in) de hauteur, conforme au paragraphe 4.3.2, est appliquée de manière que l'extrémité libre de l'éprouvette y soit soumise sur une longueur de 6,5 mm (0,25 in) environ. L'axe du brûleur est dans le même plan vertical que le bord inférieur horizontal de l'éprouvette et fait un angle de $45 \pm 10^\circ$ avec l'horizontale; sa position ne doit pas être modifiée durant l'application de la flamme.

La flamme est appliquée à l'éprouvette pendant 30 s et retirée. La durée de combustion, en secondes, est mesurée à partir du retrait de la flamme du brûleur jusqu'à l'instant où la flamme s'éteint sur l'éprouvette. Il est noté si la combustion se propage au-delà de la ligne tracée.

4.3.3.6 Rapport

Le rapport indique:

- 1) la moyenne des quatre temps de combustion;
- 2) si la combustion de l'une ou l'autre des éprouvettes se propage au-delà de la ligne tracée;
- 3) si le matériau fond ou tombe en gouttes et, dans ce cas, s'il brûle;
- 4) l'épaisseur de la feuille à l'essai.

4.3.4 Essai de combustion verticale pour les supports isolants rigides

4.3.4.1 Objet

Déterminer l'inflammabilité d'une feuille de support isolant rigide ayant une plus grande résistance à l'inflammation et à la propagation de faibles incendies, provoqués par un échauffement anormal accidentel d'un composant électronique, que les matériaux faisant l'objet de l'essai de combustion horizontale du paragraphe 4.3.3. L'essai est exécuté en utilisant une faible flamme ayant une intensité du même ordre que celle du risque réel. Le résultat de l'essai est exprimé en terme de temps de combustion de l'éprouvette après exposition à la flamme d'essai (voir aussi le paragraphe 4.3.1).

4.3.4.2 Chambre d'essai

La chambre d'essai est celle qui est décrite au paragraphe 4.3.3.2. Une chambre d'essai appropriée pour l'essai de combustion verticale est représentée à la figure 16, page 80.

4.3.4.3 Eprouvette

L'éprouvette est celle qui est spécifiée au paragraphe 4.3.3.3, excepté qu'elle ne comporte pas de ligne tracée.

Le nombre d'éprouvettes est de dix ou tout nombre supérieur nécessaire pour satisfaire entièrement à la méthode d'essai du paragraphe 4.3.4.5.

4.3.4.4 Conditionnement

Un jeu de cinq éprouvettes est maintenu pendant 48 h dans les conditions définies au paragraphe 1.1.1 avant l'essai.

L'autre jeu de cinq éprouvettes est maintenu à la température de $125 \pm 2^\circ\text{C}$, sauf spécification contraire, dans une étuve à circulation d'air pendant 24 h, puis laissé à refroidir dans un dessiccateur pendant 4 h avant l'essai, à la température ambiante.

clamped in a horizontal position 10 ± 1 mm (0.4 ± 0.04 in) below the specimen with 13 ± 1 mm (0.5 ± 0.04 in) of the unsupported end of the specimen projecting beyond the edge of the gauze as shown in Figure 14, page 78.

A blue flame 25 ± 1 mm (0.98 ± 0.04 in) high, as specified in Sub-clause 4.3.2, shall be applied so that the free end of the specimen, to a length of approximately 6.5 mm (0.25 in), is subjected to the flame. The centre axis of the burner shall be in the same vertical plane as the lower horizontal edge of the specimen and at an angle of $45 \pm 10^\circ$ to the horizontal. Its position shall not be changed while the flame is applied.

The flame shall be applied to the specimen for 30 s and then removed. The burning time, in seconds, shall be measured from the instant of removal of the burner flame to that when the flame from the specimen goes out. Observation shall be made as to whether burning proceeds past the scribed line.

4.3.3.6 Report

The report shall state:

- 1) the average of the four burning times;
- 2) whether the burning of any of the specimens proceeds past the scribed line;
- 3) whether the material melts or drips, and if it drips, whether it burns;
- 4) the thickness of the sheet under test.

4.3.4 Vertical burning test for rigid materials

4.3.4.1 Object

To determine the flammability of rigid sheet materials which have a greater resistance to ignition and to the spread of small fires caused by the accidental overheating of single electronic components than materials evaluated by the horizontal burning test of Sub-clause 4.3.3. The test is carried out using a small test flame whose intensity is of a similar order to that of the actual hazard. The test result is expressed in terms of the burning time of the specimen after exposure to the test flame (see also Sub-clause 4.3.1).

4.3.4.2 Test chamber

The test chamber shall be as described in Sub-clause 4.3.3.2. A suitable test chamber for the vertical burning test is shown on Figure 16, page 81.

4.3.4.3 Test specimen

The test specimen shall be as specified in Sub-clause 4.3.3.3, except that it shall not be scribed with a line.

The number of specimens shall be ten or any greater number required to complete the test procedure (see Sub-clause 4.3.4.5).

4.3.4.4 Conditioning

One set of five specimens shall be kept for 48 h in the conditions defined in Sub-clause 1.1.1 prior to testing.

The other set of five specimens shall be heated in a circulating-air oven for 24 h at $125 \pm 2^\circ\text{C}$ unless otherwise stated, then allowed to cool in a desiccator for 4 h at room temperature prior to testing.

4.3.4.5 Méthode d'essai

L'éprouvette est maintenue verticalement dans le prolongement de son axe par une pince qui la serre sur une distance de 6 mm (0,25 in) à partir de son extrémité supérieure, son extrémité inférieure étant à 10 ± 1 mm ($0,4 \pm 0,04$ in) du sommet du brûleur et à environ 300 mm (12 in) au-dessus d'une plaque de bois recouverte d'une seule feuille de papier de soie.

Note. — Un papier de soie conforme à la spécification de la Norme ISO 4046 est approprié. Cette publication le décrit comme un papier fin, doux, relativement résistant, destiné à envelopper des objets délicats, de grammage 12 g/m² à 25 g/m².

Le brûleur, éloigné de l'éprouvette, est réglé comme décrit au paragraphe 4.3.2 de façon à donner une flamme bleue de 19 ± 1 mm ($0,75 \pm 0,04$ in) de haut, puis centré sous l'éprouvette et maintenu à cet endroit pendant 10 s. Il est ensuite déplacé d'au moins 150 mm (6 in) et l'on mesure, en secondes, le temps passé après le retrait du brûleur jusqu'à ce que la flamme s'éteigne. Dès ce moment, le brûleur est immédiatement replacé à sa position originale sous l'éprouvette. Après 10 s, la flamme d'essai est retirée de nouveau et l'on note le temps durant lequel l'éprouvette continue à brûler. Si la flamme s'éteint durant l'une ou l'autre application, elle est immédiatement rallumée et replacée de façon que la durée totale d'application reste encore 10 s. Il ne doit pas y avoir plus de trois applications de la flamme durant une période quelconque d'ignition de 10 s, autrement le matériau ne peut être évalué par cet essai.

Si, durant l'une des applications de la flamme, l'éprouvette laisse tomber des particules fondues ou enflammées, le brûleur peut être incliné jusqu'à 45° et aussi retiré légèrement d'un des côtés de 13 mm (0,51 in) de l'éprouvette, de façon à éviter de boucher son orifice. Si l'éprouvette laisse tomber des particules fondues ou enflammées ou est consumée durant l'essai, le brûleur est tenu à la main et son sommet est tenu à la distance de 10 mm (0,4 in) de l'éprouvette durant l'application de la flamme. Tout fil de matériau fondu est négligé; la flamme est appliquée à la partie la plus grande de l'éprouvette.

Si la totalité des dix durées de combustion satisfait aux prescriptions de la spécification particulière mais que l'une des durées individuelles de combustion dépasse les prescriptions applicables, un autre jeu de cinq éprouvettes sera essayé. Si le deuxième jeu répond à toutes les prescriptions, celles-ci seront considérées comme satisfaites.

Si la totalité des dix durées de combustion pour un jeu quelconque de cinq éprouvettes ne dépasse pas de plus de 5 s les prescriptions de la spécification applicable, un autre jeu de cinq éprouvettes sera essayé; si la durée totale de combustion répond aux prescriptions, celles-ci seront considérées comme satisfaites.

4.3.4.6 Rapport

Le rapport indique l'épaisseur de l'échantillon et pour chacune des dix éprouvettes:

- 1) le temps de combustion après le premier retrait de la flamme;
- 2) le temps de combustion après le deuxième retrait de la flamme;
- 3) si l'éprouvette brûle ou ne brûle pas jusqu'à la pince de fixation;
- 4) si des particules enflammées mettant le feu au papier de soie tombent ou ne tombent pas de l'éprouvette;
- 5) toute variation de méthode permise au paragraphe 4.3.4.5.

Note. — On doit observer s'il se produit une combustion par flamme, ou par incandescence, ou les deux. Une combustion par flamme est la combustion de l'éprouvette en phase gazeuse avec émission de lumière. Une combustion par incandescence est la combustion de l'éprouvette sans flamme mais avec émission de lumière visible à la surface de la zone de combustion.

4.3.5 Essai de combustion verticale pour supports isolants flexibles

4.3.5.1 Objet

Evaluer l'inflammabilité et déterminer le taux de combustion d'une feuille mince ou d'un film d'épaisseur de 0,05 mm à 0,4 mm (0,002 à 0,016 in) lors de l'application d'une faible flamme.

4.3.4.5 Procedure

The specimen shall be supported with its longitudinal axis vertical, by clamping it within 6 mm (0.25 in) of the top by a clamp on a stand, so that the lower end of the specimen is 10 ± 1 mm (0.4 ± 0.04 in) above the top of the burner tube and approximately 300 mm (12 in) above a wooden board which is covered with a single layer of tissue paper.

Note. — Tissue paper as specified in ISO Standard 4046 is suitable. This publication describes the paper as: “thin, soft, relatively tough paper generally intended for packaging delicate articles, its substance being between 12 g/m² and 25 g/m²”.

The burner, remote from the specimen, shall be adjusted as described in Sub-clause 4.3.2 to give a blue flame 19 ± 1 mm (0.75 ± 0.04 in) high, then placed centrally under the lower end of the specimen and allowed to remain for 10 s. It shall then be moved at least 150 mm (6 in) away and the burning time, in seconds, shall be measured from the instant of removal of the burner flame to that when the flame from the specimen goes out. When the specimen ceases to flame, the burner shall immediately be replaced in its original position under the specimen. After 10 s the test flame shall again be withdrawn and the duration of flaming shall be noted. If the test flame is extinguished during either application, it shall be reignited immediately and reapplied so that the total time of application is still 10 s. There shall be no more than three applications of the test flame during any 10 s ignition period otherwise the material cannot be evaluated by this test.

If the specimen drips molten or flaming material during either flame application, the burner may be tilted to an angle up to 45° and also slightly withdrawn away from one of the 13 mm (0.51 in) sides of the specimen during the flame application, to avoid material dripping into the tube of the burner. If the specimen drips molten or flaming material or is consumed during the test, the burner shall be hand-held, and the 10 mm (0.4 in) distance between the bottom of the specimen and the top of the burner tube shall be maintained during the flame application. Any molten strings of the material shall be ignored, and the flame shall be applied to the major portion of the specimen.

If the total of the ten burning times meets the requirements in the relevant specification but individual burning times exceed the relevant requirements, a further set of five specimens shall be tested. If the second set meets all the requirements, these shall be deemed to be satisfied.

If the total of the ten burning times for any set of five specimens exceeds the requirements in the relevant specification by no more than 5 s, a further set of five specimens shall be tested, and if the requirements for total burning time are met, they shall be deemed to be satisfied.

4.3.4.6 Report

The report shall state the thickness of the sample, and for each of the ten specimens:

- 1) the duration of flaming after the first removal of the test flame;
- 2) the duration of flaming after the second removal of the test flame;
- 3) whether or not the specimen burns up to the holding clamp;
- 4) whether or not the specimen drips flaming particles which ignite the tissue paper;
- 5) any variation of procedure allowed in Sub-clause 4.3.4.5.

Note. — It should be observed whether flaming or glowing combustion or both occur. Flaming combustion is the combustion of the specimen in the gaseous phase with the emission of light. Glowing combustion is the combustion of the specimen without flame but with emission of visible light from the combustion zone surface.

4.3.5 Vertical burning test for flexible materials

4.3.5.1 Object

To evaluate the flammability and to determine the burning rate of thin sheet or film in thicknesses between 0.05 and 0.4 mm (0.002 and 0.016 in) when exposed to a small test flame.

L'intensité de la flamme d'essai utilisée est du même ordre que celle d'un incendie débutant par un échauffement anormal accidentel d'un composant électronique.

Le résultat de l'essai est exprimé en termes de la longueur sur laquelle l'éprouvette se consume pendant l'essai et en termes de taux de combustion. Voir également le paragraphe 4.3.1.

4.3.5.2 Généralités

Sauf spécification ci-après, l'exécution et le rapport de l'essai se font conformément à la Recommandation ISO/R 1326.

4.3.5.3 Epreuves

Quatre éprouvettes sont essayées.

Les éprouvettes sont préparées à partir d'un échantillon de support isolant métallisé sur lequel le métal a été entièrement éliminé selon la méthode appropriée du paragraphe 1.3. Elles sont prises à une distance supérieure à 25 mm (1 in) du bord de la feuille ou du rouleau.

Les extrémités des lignes de référence sont signalées par de légères entailles dans les bords de l'éprouvette.

4.3.5.4 Conditionnement

Sauf spécification contraire, les éprouvettes sont maintenues pendant 48 h, avant l'essai, dans les conditions définies au paragraphe 1.1.1.

4.3.5.5 Méthode d'essai

L'essai est effectué sur l'éprouvette maintenue dans la position indiquée à la figure 15, page 79, une masse d'environ 5 g étant suspendue, si nécessaire, à son extrémité inférieure pour la maintenir rectiligne. Si 5 g ne suffisent pas, on peut utiliser un poids plus important, pourvu qu'il n'agisse pas comme dissipateur thermique et que l'éprouvette ne s'allonge pas. Le brûleur peut être incliné d'un angle inférieur ou égal à 45° par rapport à la verticale pour éviter que des gouttes de matériau en fusion ne tombent dans le tube du brûleur.

Note. — La source d'inflammation décrite au paragraphe 4.3.2 correspond à une flamme qui convient pour l'application de la Recommandation ISO/R 1326. Un dispositif de fixation et l'inflammation indirecte du papier de soie sont à l'étude.

4.3.5.6 Rapport

Le rapport d'essai indique:

- 1) l'épaisseur moyenne des éprouvettes;
- 2) le comportement des éprouvettes à la combustion, décrit de l'une des façons suivantes:
 - 2.1) le matériau ne s'enflamme pas après 15 s d'application de la flamme;
 - 2.2) l'inflammation ne se produit pas, apparemment par suite de contraction de l'éprouvette, auquel cas il est noté que l'essai n'est pas applicable par suite de contraction;
 - 2.3) le matériau s'enflamme mais la flamme s'éteint avant d'avoir atteint la ligne de référence inférieure, auquel cas l'extinction et, si possible, la cause apparente de cette extinction sont notées;
 - 2.4) le matériau s'enflamme mais la flamme s'éteint avant d'avoir atteint la ligne de référence supérieure, auquel cas l'extinction et, si possible, la cause apparente de cette extinction ainsi que la vitesse moyenne de combustion en millimètres par seconde (in/s) sont notées;
 - 2.5) le matériau brûle, fond ou se carbonise entièrement jusqu'à la ligne de référence supérieure, auquel cas la vitesse moyenne de combustion en millimètres par seconde (in/s) est notée.

Note. — Les descriptions ci-dessus correspondent aux catégories énumérées dans la Recommandation ISO/R 1326.

The test is carried out using a small test flame whose intensity is of similar order to that of a fire being started by the accidental overheating of a single electronic component.

The test result is expressed in terms of the extent to which the specimen is consumed during the test and in terms of its burning rate. See also Sub-clause 4.3.1.

4.3.5.2 General

Except as specified below, the test shall be carried out and reported as described in ISO Recommendation R 1326.

4.3.5.3 Test specimens

Four specimens shall be tested.

The specimens shall be prepared from a sample of the metal-clad base material from which the metal has been completely removed by the appropriate method of Sub-clause 1.3. Specimens shall not be taken from within 25 mm (1 in) of the edge of the sheet or roll.

The ends of the gauge lines shall be defined by small nicks cut into the edges of the strips.

4.3.5.4 Conditioning

Before testing, the specimens shall be kept for 48 h in the conditions defined in Sub-clause 1.1.1 unless otherwise specified.

4.3.5.5 Procedure

The test shall be carried out with the specimen clamped as shown in Figure 15, page 79, and with a weight of about 5 g suspended from its lower end if necessary to avoid curling. If 5 g are not sufficient a higher weight may be used, provided that it does not act as a heat sink and that the specimen is not elongated. The burner may be inclined at an angle up to 45° from the vertical line in order to avoid dropping of molten material into the tube of the burner.

Note. — The ignition source described in Sub-clause 4.3.2 is within the definition of a flame suitable for use in ISO Recommendation R 1326. A fixing device and secondary ignition of tissue paper under consideration.

4.3.5.6 Report

The test report shall state:

- 1) the average thickness of the test specimens;
- 2) the burning behaviour of the specimens, described in one of the following ways:
 - 2.1) the material does not ignite after 15 s application of flame;
 - 2.2) ignition is apparently prevented by shrinkage of the specimen, in which case the test is reported as not applicable because of shrinkage;
 - 2.3) the material ignites but the flame is extinguished before reaching the lower gauge mark, in which case the fact of extinction and if possible the apparent cause of extinction is reported;
 - 2.4) the material ignites but the flame is extinguished before reaching the upper gauge mark, in which case the fact of extinction and if possible the apparent cause of extinction and the average burning rate in millimetres per second (in/s) are reported;
 - 2.5) the material burns, melts off or chars up to the upper gauge mark, in which case the average burning rate in millimetres per second (in/s) is reported.

Note. — The descriptions above correspond to the categories listed in ISO Recommendation R 1326.

4.4 *Absorption d'eau*

Déterminer la masse d'eau absorbée par une éprouvette de matériau de base immergée dans l'eau selon des conditions spécifiées.

L'essai et le rapport qui y font suite sont effectués conformément à la «Méthode 1» de la Norme ISO 62/1980, en utilisant des éprouvettes préparées à partir d'un échantillon du support isolant métallisé à l'essai, sur lequel le métal a été éliminé complètement selon la méthode appropriée du paragraphe 1.3.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60249-1:1982

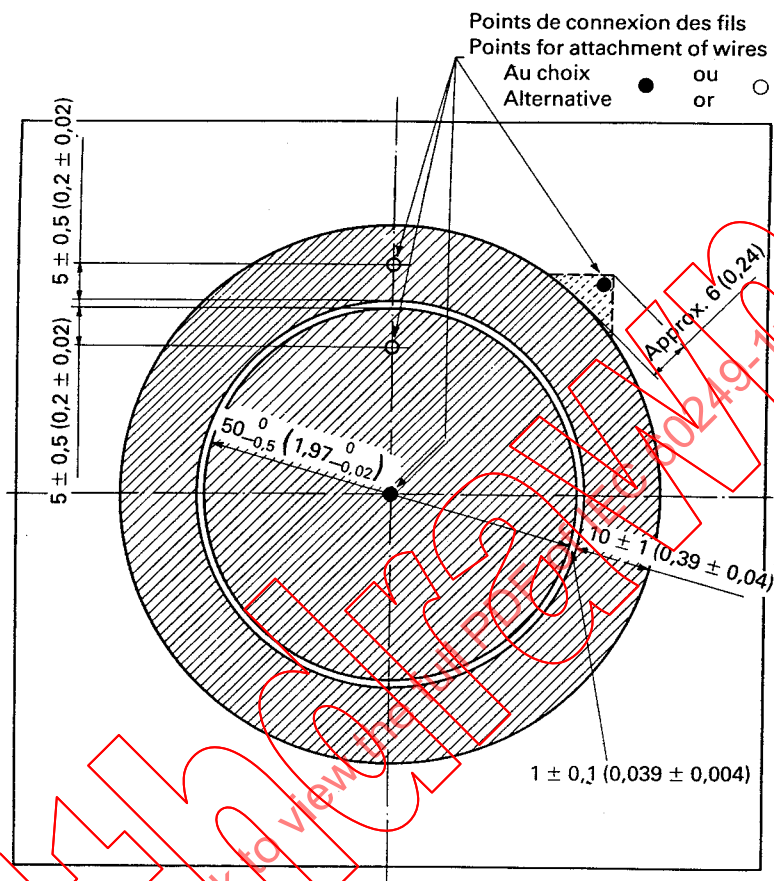
Withdrawn

4.4 *Water absorption*

To determine the mass of water absorbed by a specimen of base material that is immersed in water under specified conditions.

The test shall be carried out and reported as described in “Method 1” of ISO Standard 62/1980, using specimens 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.

Withd²Wm
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60249-1:1982



196/81

Dimensions en millimètres avec équivalents en inches entre parenthèses Dimensions in millimetres with inch equivalents in parentheses

FIG. 1. — Dessin du disque et de l'anneau (paragraphe 2.2.1, 2.4.1 et 3.7.1).
Ring and disk pattern (Sub-clauses 2.2.1, 2.4.1 and 3.7.1).