

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

326-2

Troisième édition
Third edition
1990-02

Cartes imprimées

**Deuxième partie:
Méthodes d'essai**

Printed boards

**Part 2:
Test methods**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 326-2: 1990

Numéros des publications

Depuis le 1^{er} janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60 000.

Publications consolidées

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

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 dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- «Site web» de la CEI*
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement (Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (IEV).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60 000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

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 in the IEC catalogue.

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates (On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

326-2

Troisième édition
Third edition
1990-02

Cartes imprimées

**Deuxième partie:
Méthodes d'essai**

Printed boards

**Part 2:
Test methods**

© CEI 1990 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 Varembé Genève Suisse



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

XB

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

SOMMAIRE

	Pages
PREAMBULE	4
PREFACE	4
Articles	
1. Introduction	6
2. Domaine d'application	8
3. Objet	8
4. Généralités	10
5. Examen général	10
6. Essais électriques	12
7. Essais mécaniques	36
8. Essais divers	48
9. Epreuve climatique	82
FIGURES	98
ANNEXE A - Liste des essais	108
ANNEXE B - Contrôle de dégazage des trous métallisés	112

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
1. Introduction	7
2. Scope	9
3. Object	9
4. General	11
5. General examination	11
6. Electrical tests	13
7. Mechanical tests	37
8. Miscellaneous tests	49
9. Environmental conditioning	83
FIGURES	98
ANNEX A - List of tests	109
ANNEX B - Outgassing test of plated-through holes	113

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CARTES IMPRIMEES

Deuxième partie: Méthodes d'essai

PREAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes ou 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.

PREFACE

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

Cette troisième édition de la Publication 326-2 de la CEI remplace la deuxième édition parue en 1976. Cette nouvelle édition comprend la deuxième édition, les Publications 326-2A (1980) et 326-2B (1982) ainsi que la Modification n° 2 (Janvier 1988).

Le texte de cette norme est également issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapports de vote	Procédure des Deux Mois	Rapports de vote
52(BC)301	52(BC)313 et 313A	52(BC)309	52(BC)314 et 314A

Les rapports de vote indiqués dans le tableau ci-dessus donnent toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

PRINTED BOARDS

Part 2: 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.

This third edition of IEC Publication 326-2 replaces the second edition issued in 1976. This new edition includes the second edition, Publications 326-2A (1980) and 326-2B (1982), and Amendment No. 2 (January 1988).

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

Six Months' Rule	Reports on Voting	Two Months' Procedure	Reports on Voting
52(C0)301	52(C0)313 and 313A	52(C0)309	52(C0)314 and 314A

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

CARTES IMPRIMEES

Deuxième partie: Méthodes d'essai

1. Introduction

La Publication 326 de la CEI se rapporte aux cartes imprimées, indépendamment de leur méthode de fabrication, lorsqu'elles sont prêtes au montage des composants.

Elle est divisée en parties distinctes comprenant les informations pour le réalisateur, les recommandations pour le rédacteur de la spécification, les méthodes d'essai et exigences pour les différents types de cartes imprimées, par exemple simple et double faces, multicouches et souples.

1.1 *Objet de la deuxième partie*

La Publication 326-2 de la CEI contient les informations fondamentales sur les méthodes d'essai et procédures (y compris les conditions d'environnement) pour cartes imprimées.

Elle est destinée à être employée dans les cas où une spécification particulière doit être préparée, de manière à obtenir l'uniformité et la reproductibilité dans les méthodes d'essai et procédures concernant les contrôles des cartes imprimées.

Les exigences concernant les dimensions, les propriétés et l'exécution de la carte imprimée ne sont pas reprises dans cette deuxième partie de la publication. La spécification particulière pour la carte envisagée détermine les essais applicables et les limites d'exécution admissibles.

1.2 *Contenu de la deuxième partie*

Les essais sont groupés et numérotés selon ces groupes.

Pour faciliter le renvoi aux essais, pour maintenir l'uniformité de présentation et pour permettre une extension future, chaque essai est identifié par un nombre et une lettre minuscule.

Note - Les numéros des essais n'ont pas de rapport avec d'éventuelles séquences d'essais. Ils servent uniquement à identifier un essai aux fins de référence.

Une liste de toutes les méthodes d'essai est incluse dans l'annexe A de cette publication. Cette annexe sera rééditée lors de la parution de nouveaux essais.

1.3 *Publications de la CEI associées*

La présente norme doit être utilisée conjointement avec les publications suivantes de la CEI:

68: Essais d'environnement - (Anciennement: Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique).

68-2-3 (1969): Deuxième partie: Essais - Essai Ca: Essai continu de chaleur humide.

68-2-20 (1979): Essai T: Soudure.

PRINTED BOARDS

Part 2: Test Methods

1. Introduction

IEC Publication 326 relates to printed boards, irrespective of their method of manufacture, when they are ready for mounting the components.

It is divided into separate parts covering information for the designer, recommendations for the specification writer, test methods and requirements for the various types of printed boards, e.g. single- and double-sided, multilayer and flexible printed boards.

1.1 Purpose of Part 2

IEC Publication 326-2 contains fundamental information on test methods and procedures including environmental conditioning for printed boards.

It is intended to be used in those cases where a detail specification has to be prepared, so as to achieve uniformity and reproducibility in the test methods and procedures for the testing of printed boards.

The requirements for the dimensions, properties and performance of printed boards are not covered by this Part 2 of the publication. The detail specification for the board under consideration specifies the tests to be applied and the permissible performance limits.

1.2 Contents of Part 2

The tests are grouped and numbered accordingly.

To facilitate reference to the tests, to retain consistency of presentation and to provide for future expansion, each test is identified by a number and a lower-case letter.

Note. - The test numbers have no significance with respect to an eventual test sequence. They are intended only to identify a test for reference purposes.

A list of all test methods included in this publication is given in Annex A. This annex will be reissued whenever new tests are introduced.

1.3 Associated IEC publications

This standard shall be used in conjunction with the following IEC publications:

68: Environmental testing - (Previously: Basic environmental testing procedures).

68-2-3 (1969): Part 2: Tests - Test Ca: Damp heat, steady state.

68-2-20 (1979): Test T: Soldering.

68-2-30 (1980): Essai Db et guide: Essai cyclique de chaleur humide (cycle de 12 + 12 heures).

97 (1970): Système de grille pour circuits imprimés.

194 (1975): Termes et définitions concernant les circuits imprimés.

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

326-1 (1984): Cartes imprimées, Première partie: Informations générales pour le rédacteur de spécifications.

326-3 (1980): Troisième partie: Etudes et application des cartes imprimées.

326-4 (1980): Quatrième partie: Spécification pour cartes imprimées à simple et à double face avec trous non métallisés.

326-5 (1980): Cinquième partie: Spécification pour cartes imprimées à simple et à double face avec trous métallisés.

326-6 (1980): Sixième partie: Spécification pour cartes imprimées multicouches.

454: Spécifications pour rubans adhésifs sensibles à la pression à usages électriques.

454-3-1 (1976): Troisième partie: Spécifications pour les matériaux particuliers. Feuille 1: Conditions applicables au chlorure de polyvinyle plastifié avec adhésif non thermodurcissable.

695-2-1 (1980): Essais relatifs aux risques du feu, Deuxième partie: Méthodes d'essai. Essai au fil incandescent et guide.

695-2-2 (1980): Essai au brûleur-aiguille.

Autres publications citées:

Norme ISO 1463 (1982): Revêtements métalliques et couches d'oxyde - Mesurage de l'épaisseur - Méthode par coupe micrographique.

3448 (1975): Lubrifiants liquides industriels - Classification ISO selon la viscosité.

6743: Lubrifiants, huiles industrielles et produits connexes (classe L) - Classification.

2. Domaine d'application

La présente norme est un répertoire des méthodes d'essai. Elle concerne les méthodes et procédures d'essai pour cartes imprimées prêtes au montage des composants et ne tient pas compte de leur méthode de fabrication.

3. Objet

Décrire des méthodes d'essai normalisées pour évaluer les propriétés, les dimensions et l'exécution des cartes imprimées.

68-2-30 (1980): Test Db and guidance: Damp heat, cyclic (12 + 12 hour cycle).

97 (1970): Grid system for printed circuits.

194 (1975): Terms and definitions for printed circuits.

249-1 (1982): Base materials for printed circuits, Part 1: Test methods.

326-1 (1984): Printed boards, Part 1: General information for the specification writer.

326-3 (1980): Part 3: Design and use of printed boards.

326-4 (1980): Part 4: Specification for single and double sided printed boards with plain holes.

326-5 (1980): Part 5: Specification for single and double sided printed boards with plated-through holes.

326-6 (1980): Part 6: Specification for multilayer printed boards.

454: Specifications for pressure-sensitive adhesive tapes for electrical purposes.

454-3-1 (1976): Part 3: Specifications for individual materials. Sheet 1: Requirements for plasticized polyvinyl chloride with non-thermosetting adhesive.

695-2-1 (1980): Fire hazard testing, Part 2: Test methods. Glow-wire test and guidance.

695-2-2 (1980): Needle-flame test.

Other publications quoted:

ISO Standard 1463 (1982): Metallic and oxide coatings - Measurement of coating thickness - Microscopical method.

3448 (1975): Industrial liquid lubricants - ISO viscosity classification.

6743: Lubricants, industrial oils and related products (class L) - Classification.

2. Scope

This standard is a catalogue of test methods. It relates to test methods and procedures for printed boards irrespective of their method of manufacture, when they are ready for the mounting of the components.

3. Object

To describe standard test methods for assessing the properties, dimensions and performance of printed boards.

4. Généralités

4.1 Conditions atmosphériques normales d'essai

Sauf indications contraires, tous les essais doivent être effectués dans les conditions atmosphériques normales spécifiées dans la Publication 68 de la CEI.

La température ambiante et l'humidité relative dans lesquelles les mesures sont effectuées doivent être notées dans le rapport.

En cas de désaccord entre acheteur et vendeur en ce qui concerne les résultats d'essai, les essais doivent être effectués à l'une des "conditions de référence" de la Publication 68 de la CEI.

4.2 Epreuve

Si possible et sauf spécifications contraires, l'essai doit être effectué sur les cartes de production.

Des éprouvettes détachables peuvent être nécessaires ou souhaitables pour certains essais.

Les éprouvettes détachables peuvent être comprises dans le flan avec les cartes de production ou peuvent être réalisées, sous la forme d'éprouvettes composées à découper distinctes, avec les cartes de production, à l'aide des mêmes matériaux et des mêmes procédés, de manière à être représentatives de ces cartes. Si des éprouvettes composées à découper distinctes sont fabriquées, elles doivent être échelonnées régulièrement en production, en quantité telle qu'une bonne répartition moyenne puisse être évaluée.

5. Examen général

5.1 Essai 1: Contrôle visuel

L'identification, l'aspect, l'exécution, le fini, l'impression d'une carte imprimée sont contrôlés par rapport à la spécification particulière, au moyen du contrôle visuel réalisé avec ou sans emploi de grossissement.

5.1.1 Essai 1a: Méthode de grossissement 3 x

Le contrôle visuel doit être effectué en utilisant un équipement optique d'un grossissement linéaire d'environ 3 x et si possible en lumière diffuse.

5.1.2 Essai 1b: Méthode de grossissement 10 x

Si cela est spécifié, le contrôle visuel doit être effectué en utilisant un équipement optique d'un grossissement linéaire d'environ 10 x et si possible en lumière diffuse.

4. General

4.1 *Standard atmospheric conditions for testing*

Unless otherwise specified, all tests shall be carried out under standard atmospheric conditions, as specified in IEC Publication 68.

The ambient temperature and the relative humidity at which the measurements are made shall be stated in the report.

In case of dispute between purchaser and vendor about test results, the tests shall be carried out at one of the "referee conditions" of IEC Publication 68.

4.2 *Test specimen*

If possible and unless otherwise specified, the test shall be carried out on production boards.

Test coupons may be necessary or desirable for certain tests.

Test coupons may be included on the panel with the production boards or may be produced as separate composite test coupons in conjunction with the production boards with the same materials and processes so as to be representative of the production boards. If separate composite test coupons are manufactured, they shall be spaced out evenly in production in such a quantity that a good average assessment can be made.

5. General examination

5.1 *Test 1: Visual examination*

The visual examination checks identification, appearance, workmanship, finish, pattern, etc., of a printed board against the relevant specification by viewing with or without use of magnification.

5.1.1 *Test 1a: x 3 magnification method*

The visual examination shall be carried out using optical equipment with approximately x 3 linear magnification and where possible transmitted light.

5.1.2 *Test 1b: x 10 magnification method*

When specified, the visual examination shall be carried out using optical equipment with approximately x 10 linear magnification and where possible transmitted light.

5.1.3 Essai 1c: Méthode de grossissement 250 x

Si cela est spécifié, le contrôle visuel doit être effectué en utilisant un équipement optique d'un grossissement linéaire d'environ 250 x. Cette méthode est exigée habituellement pour la coupe métallographique.

5.2 Essai 2: Examen dimensionnel

L'examen dimensionnel est la mesure des dimensions réelles au moyen d'outillage et d'appareils de mesure, par rapport à la spécification particulière.

5.2.1 Les outillages et appareils de mesure doivent avoir une précision et une lisibilité appropriées à la dimension et à la tolérance à mesurer.

5.2.2 Essai 2a: Méthode optique

Si cela est spécifié, des mesures spéciales, telles que celles des dimensions des trous et défauts de bords des conducteurs, doivent être effectuées au moyen d'instruments optiques ayant un réticule de mesure permettant de lire 0,025 mm.

5.2.3 Si cela est spécifié, des mesures spéciales, telles que la planéité des cartes imprimées, doivent être effectuées au moyen de jauges comme indiqué dans la méthode d'essai et/ou dans la spécification particulière.

6. Essais électriques

6.1 Essai 3: Résistance

6.1.1 Essai 3a: Résistance des conducteurs

6.1.1.1 Objet

Déterminer la résistance des conducteurs.

6.1.1.2 Epreuve

La mesure doit être effectuée sur des conducteurs spécifiés. Ces conducteurs doivent être aussi longs et aussi étroits que possible.

6.1.1.3 Méthode

La résistance doit être mesurée par une méthode convenable sur deux conducteurs à deux endroits. L'erreur de mesure ne doit pas être supérieure à 5%. Le courant doit être maintenu suffisamment faible, afin d'éviter un échauffement appréciable de l'éprouvette.

En cas de désaccord, on devra utiliser une méthode à quatre points.

6.1.1.4 Détails à spécifier

- a) conducteurs à mesurer;
- b) valeur de la résistance;
- c) tout écart par rapport à la méthode d'essai normale.

5.1.3 *Test 1c: x 250 magnification method*

When specified, the visual examination shall be carried out using optical equipment with approximately x 250 linear magnification. This is usually required for microsection.

5.2 *Test 2: Dimensional examination*

The dimensional examination is the measurement of actual dimensions with the aid of measuring tools and measuring equipment against the relevant specification.

5.2.1 The measuring tools and equipment shall have an accuracy and readability suitable for the dimension and tolerance to be measured.

5.2.2 *Test 2a: Optical method*

When specified, particular measurements, for instance, on dimensions of holes and edge defects in conductors, shall be measured with an optical instrument having a measuring reticule and a readability of 0,025 mm.

5.2.3 When specified, particular measurements, for instance, flatness of printed boards, shall be carried out using gauges as specified under the test method and/or the detail specification.

6. **Electrical tests**

6.1 *Test 3: Resistance*

6.1.1 *Test 3a: Resistance of conductors*

6.1.1.1 *Object*

To determine the resistance of conductors.

6.1.1.2 *Specimen*

The measurement shall be carried out on specified conductors. These conductors shall be as long and narrow as possible.

6.1.1.3 *Method*

The resistance shall be measured using a suitable method on two conductors at two places. The measuring error shall not be greater than 5%. The current shall be kept small enough to avoid heating the specimen appreciably.

In case of dispute, a four-terminal method shall be used.

6.1.1.4 *Details to be specified*

- a) conductors to be measured;
- b) value of the resistance;
- c) any deviation from the standard test method.

6.1.2 Essai 3b: Résistance des interconnexions

6.1.2.1 Objet

Déterminer la résistance des interconnexions sur une carte imprimée.

6.1.2.2 Epreuve

La mesure doit être effectuée sur des parties déterminées d'une carte de production, d'une épreuve détachable ou d'une épreuve composée à découper.

6.1.2.3 Méthode

La résistance doit être mesurée par l'application de la méthode à quatre points ou d'une méthode équivalente, entre deux trous déterminés.

Le courant mesuré ne doit pas être supérieur à 0,1 A. L'erreur totale n'excédera pas 5%.

Voir, aux figures 1 et 2, deux méthodes de connexion typiques.

Méthode de connexion A

Les conducteurs sont soudés dans les trous déterminés selon la figure 1.

Méthode de connexion B

Les connexions sont réalisées par l'emploi de deux paires de pointes de contact, selon la figure 2.

Note - Des pinces d'essai telles que décrites dans l'essai 5a sont appropriées (voir la figure 3).

6.1.2.4 Détails à spécifier

- a) trous et interconnexions à mesurer;
- b) méthode de connexion;
- c) valeur maximale de la résistance;
- d) tout écart par rapport à la méthode d'essai normale.

6.1.3 Essai 3c: Variation de résistance des trous métallisés, cycle thermique

6.1.3.1 Objet

Déterminer l'accroissement de résistance qui peut se produire lorsque les trous métallisés sont soumis à un cycle thermique, en mesurant la résistance d'une manière continue durant l'essai.

L'accroissement donne une indication de la qualité du placage métallique.

6.1.2 *Test 3b: Resistance of interconnections*

6.1.2.1 *Object*

To determine the resistance of interconnections on a printed board.

6.1.2.2 *Specimen*

The measurement shall be carried out on specified parts of a production board, of a test coupon or of a composite test coupon.

6.1.2.3 *Method*

The resistance shall be measured with a four-terminal method or equivalent method between two specified holes.

The measuring current shall not exceed 0,1 A. The total measuring error shall be less than 5%.

Two typical connection methods are shown in Figures 1 and 2.

Connection method A

Leads are soldered into the specified holes according to Figure 1.

Connection method B

The connections are made using two pairs of contact pins according to Figure 2.

Note.- Test probes as described in Test 5a are suitable (see Figure 3).

6.1.2.4 *Details to be specified*

- a) holes and interconnections to be measured;
- b) connection method;
- c) maximum value of the resistance;
- d) any deviation from the standard test method.

6.1.3 *Test 3c: Change in resistance of plated-through holes, thermal cycling*

6.1.3.1 *Object*

To determine the increase in resistance of plated-through holes that may occur when the holes are subjected to thermal cycling, by monitoring the resistance continuously during the test.

The increase gives an indication of the quality of the plating.

6.1.3.2 Epreuve

L'essai est effectué sur une carte imprimée convenable comportant un certain nombre de trous métallisés reliés en série.

Lorsque l'utilisation d'éprouvettes conformes aux Publications 326-5 ou 326-6 est admise, l'essai est exécuté sur des "éprouvettes D".

La carte imprimée doit être de préférence non revêtue d'étain-plomb. Si tel n'est pas le cas, le revêtement est éliminé chimiquement avant l'essai, mais il faut faire attention à ne pas endommager le cuivre.

Note. - Un décapant convenable est constitué de:

- 330 ml d'acide nitrique 60% (masse volumique, 1,36 g/cm³ à 20 °C);
- 3 ml d'acide fluoborique 40% (masse volumique, 1,32 g/cm³ à 20 °C);
- 670 ml d'eau désionisée.

Attention: quand on utilise des décapants, on doit prendre les précautions nécessaires pour éviter des conséquences dangereuses pour la santé.

6.1.3.3 Méthode

La résistance (ou chute de tension correspondante) des trous connectés en série est mesurée sous un courant de mesure constant de 100 ± 5 mA en utilisant la méthode à quatre points de mesure. La résistance est mesurée d'une manière continue durant l'essai. L'éprouvette est reliée à l'appareil enregistreur, par exemple par un connecteur d'extrémité de carte convenable.

Le cycle thermique est exécuté en utilisant deux bains en alternance:

- Un bain à la température ambiante, comme spécifié au paragraphe 9.2.1, Essai 19a, mais maintenu à la température de 25 ± 2 °C; pour obtenir un bon refroidissement, il est indispensable que le bain à 25 °C contienne un fluide à faible viscosité.
- Un bain chaud, comme spécifié au paragraphe 9.2.1, Essai 19a, maintenu à la température de 260^{+5}_0 °C.

L'éprouvette est immergée verticalement dans le liquide à une profondeur telle que la surface des connexions reste libre, par exemple avec le connecteur d'extrémité de carte à environ 30 mm au-dessus de la surface du liquide. Pour améliorer le transfert de chaleur pendant l'immersion dans le bain chaud, l'éprouvette est agitée légèrement (dans une direction horizontale parallèle à sa surface). Après immersion et retrait du bain à 25 °C, le liquide restant sur l'éprouvette est éliminé avant l'immersion suivante.

L'éprouvette est immergée alternativement dans le bain à 25 °C et dans le bain à 260 °C. Le cycle commence et se termine par une immersion dans le bain à 25 °C. Le déplacement de l'éprouvette du bain à 260 °C au bain à 25 °C doit être effectué sans délai.

6.1.3.2 Specimen

The test shall be carried out on a suitable printed board having a number of plated-through holes connected in series.

Where the use of test coupons as specified in Publications 326-5 or 326-6 is agreed, the test shall be carried out on "Specimen D".

The test board shall preferably not be tin-lead plated. If it is, the plating shall be chemically removed prior to testing but care shall be taken to avoid any detrimental effect to the copper.

Note.- A suitable remover consists of:

- 330 ml nitric acid 60% (density, 1,36 g/cm³ at 20 °C);
- 3 ml fluoroboric acid 40% (density 1,32 g/cm³ at 20 °C);
- 670 ml deionized water.

Caution: when using removers, the necessary precautions shall be taken to avoid any injury to health.

6.1.3.3 Method

The resistance (or the corresponding voltage drop) of the holes connected in series shall be measured at a constant measuring current of 100 ± 5 mA using the four-terminal method. The resistance shall be monitored continuously during the test. The specimen shall be connected to the recording device by, for example, a suitable edge-board connector.

The thermal cycling shall be carried out by using two separate fluid baths alternately:

- An ambient temperature bath, as specified in Sub-clause 9.2.1, Test 19a, but kept at the temperature of 25 ± 2 °C; it is essential for efficient cooling that the bath at 25 °C should contain a low viscosity fluid.
- A hot bath, as specified in Sub-clause 9.2.1, Test 19a, kept at the temperature of 260^{+5}_0 °C.

The specimen shall be immersed in the fluid vertically to a depth which leaves the area of connection, for example the edge board connector, approximately 30 mm above the surface of the fluid. To improve the heat transfer during the immersion in the hot fluid, the specimen should be slightly moved (in a horizontal direction parallel to its surface). After immersion and withdrawal from the 25 °C bath, the fluid remaining on the test panel shall be removed before the next immersion.

The specimen shall be immersed alternately in the 25 °C bath and in the 260 °C bath. The cycling begins and ends with an immersion in the 25 °C bath. The specimen must be transferred from the 260 °C bath into the 25 °C bath without time delay.

Le nombre total d'immersions doit être conforme au nombre spécifié. L'éprouvette séjourne dans le bain à 25 °C jusqu'à ce qu'une lecture stable de la résistance soit obtenue. L'éprouvette séjourne dans le bain à 260 °C durant 20 ± 1 s. Si les caractéristiques du support isolant l'exigent, de légères différences de temps d'immersion peuvent être spécifiées dans la spécification concernée ou selon accord entre l'acheteur et le vendeur.

La valeur de résistance (ou la chute de tension correspondante) est portée sur une échelle de durée en relation avec le nombre d'immersions. Le diagramme qui résulte, par exemple d'un enregistreur de courbes, a un aspect similaire à celui de la figure 4.

6.1.3.4 Détails à spécifier

- a) éprouvette à soumettre à l'essai;
- b) nombre d'immersions à 260 °C;
- c) accroissement maximal admissible en pour-cent de la résistance entre la première et la dernière immersion à 25 °C;
- d) accroissement maximal admissible en pour-cent de la résistance entre la première et la dernière immersion à 260 °C;
- e) accroissement maximal admissible en pour-cent de la résistance durant une immersion quelconque à 260 °C;
- f) tout écart par rapport à la méthode d'essai normale.

6.2 Essai 4: Conformité électrique

La conformité électrique est contrôlée par deux (2) méthodes d'essais: essai 4a: Isolement du circuit; et essai 4b: Continuité du circuit. Ces essais peuvent être combinés de façon à les faire subir successivement à la même éprouvette. D'habitude, l'essai de continuité du circuit (essai 4b) est exécuté en premier.

L'utilisation d'une même valeur de courant comme condition limite séparant les conditions d'isolement du circuit et les conditions de continuité du circuit, ainsi que l'utilisation d'un équipement d'essai automatique peuvent faciliter cette combinaison.

Ces essais ne sont pas destinés à remplacer l'inspection visuelle (essai 1a).

6.2.1 Essai 4a: Isolement du circuit

6.2.1.1 Objet

Vérifier l'absence de contacts conducteurs entre des parties spécifiées de l'impression conductrice d'une carte imprimée, parties prévues pour ne pas être reliées, selon la spécification particulière (c'est-à-dire le dessin, les exigences du client, les données numérisées, etc.).

6.2.1.2 Eprouvette

L'essai est pratiqué sur toutes les parties ou sur des parties spécifiées des impressions conductrices sur, ou entre, des couches de la carte imprimée de production.

The total number of immersions shall be as specified. The specimen shall remain in the 25 °C bath until a stable reading of the resistance is obtained. The specimen shall remain in the 260 °C bath for a period of 20 ± 1 s. If the characteristics of the base material used require it, slightly different immersion times may be specified in the relevant specification or agreed upon between purchaser and vendor.

The resistance value (or the corresponding voltage drop) is plotted on a time scale against the number of immersions. The diagram resulting, for example from a chart recorder, has an aspect similar to that shown in Figure 4.

6.1.3.4 Details to be specified

- a) specimen to be tested;
- b) number of 260 °C immersions;
- c) maximum permissible increase in per cent of resistance between the first and the last 25 °C immersion;
- d) maximum permissible increase in per cent of resistance between the first and the last 260 °C immersion;
- e) maximum permissible increase in per cent of resistance during any one 260 °C immersion;
- f) any deviation from the standard test method.

6.2 Test 4: Electrical integrity

Electrical integrity shall be established by two (2) test procedures: Test 4a: Circuit isolation; and Test 4b: Circuit continuity. These tests may be combined in order to be carried out one after the other on the same specimen. Usually circuit continuity (Test 4b) is done first.

The application of a common value of current as a limiting condition (i.e., as a border-line between circuit isolation conditions and circuit continuity conditions) as well as the use of automatic test equipment may facilitate the combination.

These tests are not intended to replace visual inspection (Test 1a).

6.2.1 Test 4a: Circuit isolation

6.2.1.1 Object

To verify the absence of conductive connection between specified parts of a conductive pattern of a printed board that were intended to be unconnected, in accordance with the relevant specification (i.e., artwork, customer requirements, computer aided data, etc.).

6.2.1.2 Specimen

The test shall be carried out on all or on specified portions of conductive patterns on or between any layers of the production board.

6.2.1.3 Méthode

Les points spécifiés de chaque circuit de l'impression conductrice accessibles séparément sont reliés à la source d'essai par des moyens adéquats, par exemple par des pointes d'essai appliquées aux conducteurs ou pastilles spécifiées. Les circuits restants, non soumis à l'essai, peuvent être reliés entre eux, ou reliés en groupe à tour de rôle, ou essayés chacun à son tour.

S'il y a lieu, des arrangements multiples de pointes d'essai peuvent être utilisés (par exemple: "lits de clous", cartes à pointes de circuits hybrides ou intégrés, etc.). Si la carte imprimée comporte des contacts d'extrémité de carte (fichier imprimé), ils peuvent être aussi utilisés conjointement, avec un connecteur adéquat ou des pointes d'essai.

Une tension d'essai spécifiée est appliquée aux bornes des parties de l'impression conductrice à essayer de façon qu'un courant passe s'il y a un court-circuit. La source de cette tension d'essai comporte les moyens permettant de fournir un courant connu, et de le limiter à une valeur inférieure à l'intensité maximale admissible du circuit essayé pour éviter une surchauffe.

Une évaluation rapide des courts-circuits peut être faite en utilisant un indicateur simple, tel qu'une lampe, ou un instrument de mesure ou un appareillage électrique transformant le courant en un signal qui peut être utilisé par un équipement d'essai automatique.

Pour une évaluation plus poussée des courts-circuits, le courant doit être fourni avec des caractéristiques telles que la valeur de la résistance ohmique existant entre les impressions conductrices séparées puisse être déterminée avec une marge d'erreur n'excédant pas 100% de la valeur minimale de la résistance donnée comme exigence limite pour l'isolement du circuit.

Il ne doit pas y avoir de court-circuit entre les points spécifiés. Quand on évalue des exigences spécifiques, l'isolement du circuit est considéré comme acquis et maintenu quand la valeur de la résistance représentée par un courant quelconque passant entre les conducteurs séparés soumis à l'essai est supérieure à 1 M Ω ou à toute autre valeur spécifiée dans la spécification particulière du client.

6.2.1.4 Détails à spécifier

- a) tension d'essai;
- b) résistance minimale acceptable, si elle est autre que 1 M Ω ;
- c) partie(s) de l'impression conductrice à essayer;
- d) courant maximal acceptable;
- e) tout écart par rapport à la méthode d'essai normale.

6.2.2 Essai 4b: Continuité du circuit

6.2.2.1 Objet

Vérifier qu'il y a bien continuité électrique entre des points de l'impression conductrice d'une carte imprimée spécifiés comme reliés entre eux, selon la spécification particulière (c'est-à-dire le dessin, les exigences du client, les données numérisées, etc.).

6.2.1.3 Method

The specified points of each separately accessible circuit of the conductive pattern shall be connected to the test source by suitable means, for example, by test probes contacting the specified conductors or lands. The remaining circuits, not under test, may be connected together, connected in turn as groups, or tested in turn individually.

Where appropriate, multiple arrangements of test probes may be used (for example, beds of nails, integrated or hybrid circuit pattern probes, etc.). Where a printed board contains edge board contacts, these may also be used together with a suitable edge socket connector or test probes.

A specified test voltage shall be applied to parts of the conductive pattern under test, so that a current flows if a short circuit is present. The source of the test voltage shall be associated with the means for monitoring delivered current and limiting the current to a value within the current carrying capacity of the circuit under test in order to avoid overheating.

A quick evaluation for short circuits may be made using a simple indicator, such as an indicator lamp or measuring instrument or by an electrical circuit transforming the current into a signal which may be evaluated by automatic test equipment.

For sophisticated evaluation of short circuits, the current shall be monitored in such a fashion as to enable the value of ohmic resistance existing between separate conductive patterns to be determinable within a measurement uncertainty not exceeding 100% at the minimum value of resistance given as the limiting requirement for circuit isolation.

There shall be no short circuits between specified points. When evaluating specific requirements, circuit isolation is deemed to be maintained when the value of resistance represented by any current flowing between separate conductors under test is greater than 1 M Ω , or as otherwise specified in the customer's detail specification.

6.2.1.4 Details to be specified

- a) test voltage;
- b) minimum allowable resistance if other than 1 M Ω ;
- c) part(s) of conductive pattern to be tested;
- d) maximum allowable current;
- e) any deviation from the standard test method.

6.2.2 Test 4b: Circuit continuity

6.2.2.1 Object

To verify the establishment of electrical continuity through the specified connected points of a conductive pattern of a printed board in accordance with the relevant specification (i.e., artwork, customer requirements, computer aided data, etc.).

6.2.2.2 *Epreuve*

L'essai est pratiqué sur toutes les parties ou sur des parties spécifiées des impressions conductrices, sur, ou entre, des couches de la carte imprimée de production.

6.2.2.3 *Méthode*

Les points spécifiés de l'impression conductrice sont reliés au système d'essai par des moyens adéquats, par exemple par des points d'essai appliqués aux conducteurs ou pastilles spécifiés. Le cas échéant, des arrangements multiples de points d'essai peuvent être utilisés. Si la carte imprimée comporte des contacts d'extrémité de carte (fichier imprimé), ils peuvent être aussi utilisés conjointement, avec un connecteur encartable adéquat ou pointes d'essai.

On applique tour à tour une tension d'essai ou un courant spécifiés à chaque chemin conducteur connecté séparément, en utilisant tout point de connexion du circuit accessible de l'extérieur (par exemple des pastilles, des contacts, un connecteur de bord) et successivement chaque autre point de connexion extérieur auquel le chemin choisi doit être relié.

Une évaluation rapide de la continuité électrique peut être faite en utilisant un indicateur simple, comme une lampe, ou un instrument de mesure ou un appareillage électrique transformant le courant en un signal qui peut être utilisé par un équipement d'essai automatique.

Pour une évaluation plus poussée de la continuité du circuit, le courant passant dans chaque chemin conducteur doit être fourni avec des caractéristiques telles que la valeur de la résistance ohmique existant entre n'importe quels points compris dans le circuit puisse être déterminée avec une marge d'erreur n'excédant pas 100% pour la valeur maximale de la résistance donnée comme exigence limite pour la continuité du circuit.

On prendra des dispositions pour limiter le courant maximal à une valeur inférieure à l'intensité maximale admissible des circuits essayés.

Il doit y avoir une continuité électrique entre tous les points spécifiés de chaque circuit. Quand on utilise un équipement perfectionné, la continuité du circuit est considérée comme acquise quand la valeur de la résistance connue par le courant passant entre des points quelconques du circuit est inférieure à $5\ \Omega$ ou à toute autre valeur spécifiée dans la spécification particulière du client.

6.2.2.4 *Détails à spécifier*

- a) tension d'essai;
- b) résistance maximale acceptable, si elle est autre que $5\ \Omega$;
- c) partie(s) de l'impression conductrice à essayer;
- d) courant maximal acceptable;
- e) tout écart par rapport à la méthode d'essai normale.

6.2.2.2 *Specimen*

The test shall be carried out on all or on specified portions of the conductive patterns on or between any layers of the production board.

6.2.2.3 *Method*

The specified points of the conductive patterns shall be connected to the test circuit by any suitable means, for example, by test probes contacting specified conductors or lands. Where appropriate, multiple arrangements of test probes may be used. Where a printed board contains edge board contacts, these may also be used together with a suitable edge socket connector or test probes.

A specified voltage shall be applied to, or a specified current shall be passed through, each separately connected conductive path in turn, across any externally accessible circuit connection point (for example, land, edge connector, contact) and sequentially to each other external connecting point to which it is intended to be connected.

A quick evaluation of circuit continuity may be made by using a simple indicator, such as an indicator lamp or measuring instrument or by an electrical circuit transforming the current into a signal which may be evaluated by automatic test equipment.

For sophisticated evaluation of circuit continuity, the resultant current flow in each path shall be monitored in such a fashion as to enable the value of ohmic resistance existing between any points within the circuit to be determinable within a measurement uncertainty not to exceed 100% at the maximum value of resistance given as the limit requirement for circuit continuity.

Arrangements shall be made to limit the maximum current to be within the current carrying capacity of the circuits under test.

There shall be electrical continuity between all specified points of each circuit. For sophisticated equipment, the circuit continuity is deemed to have been established when the value of resistance represented by the current flowing between any points in the circuit is less than 5 Ω , or whichever single value is specified in the customer detail specification.

6.2.2.4 *Details to be specified*

- a) test voltage;
- b) maximum allowable resistance if other than 5 Ω ;
- c) part(s) of conductive pattern to be tested;
- d) maximum allowable current;
- e) any deviation from the standard test method.

6.3 Essai 5: Epreuve de courant

6.3.1 Essai 5a: Epreuve de courant, trous métallisés

6.3.1.1 Objet

Déterminer la capacité du revêtement métallique des trous métallisés à supporter un courant d'essai spécifié.

6.3.1.2 Epreuve

L'essai doit être effectué sur des trous métallisés d'une carte de production. Il peut être appliqué à des trous qui paraissent suspects à l'examen visuel.

6.3.1.3 Méthode

Faire passer un courant d'intensité déterminée par le tableau I, pendant une durée de 30 s, à travers la métallisation d'un trou métallisé, ce courant étant contrôlé en permanence.

TABLEAU I

Diamètre du trou mm	Intensité du courant d'essai A
0,6	8
0,8	9
1,0	11
1,3	14
1,6	16
2,0	20

Une alimentation continue ou alternative adéquate permettra d'obtenir un courant constant.

Le courant sera appliqué au moyen de pointes d'essai telles qu'illustrées à la figure 3. On exercera une pression suffisante pour assurer un bon contact électrique. Une force d'environ 1 N peut convenir.

6.3.1.4 Détails à spécifier

- trous à contrôler;
- mesures finales et exigences;
- tout écart par rapport à la méthode d'essai normale.

6.3.2 Essai 5b: Epreuve de courant, conducteurs

6.3.2.1 Objet

Déterminer la capacité des conducteurs et des connexions entre conducteurs et du revêtement métallique des trous métallisés à supporter un courant spécifié.

6.3 Test 5: Current proof

6.3.1 Test 5a: Current proof, plated-through holes

6.3.1.1 Object

To assess the ability of the plating in plated-through holes to withstand a specified test current

6.3.1.2 Specimen

The test shall be carried out on plated-through holes of a production board. The test may be applied to holes that appear suspect when visually examined.

6.3.1.3 Method

A current in accordance with Table I shall be passed for a period of 30 s through the plating within a plated-through hole, and shall be continuously monitored.

TABLE I

Hole diameter mm	Test current A
0,6	8
0,8	9
1,0	11
1,3	14
1,6	16
2,0	20

The current shall be constant and shall be produced by a suitable a.c. or d.c. power supply.

The current shall be applied by test probes. Suitable probes are shown in Figure 3. Sufficient pressure shall be exerted to ensure good electrical contact. A force of about 1 N may be suitable.

6.3.1.4 Details to be specified

- holes to be tested;
- final measurements and requirements;
- any deviation from the standard test method.

6.3.2 Test 5b: Current proof, conductors

6.3.2.1 Object

To assess the ability of conductors and of connections between conductors and plating in plated-through holes to withstand a specified current.

6.3.2.2 *Eprouvette*

L'essai doit être effectué sur des parties spécifiées d'une impression d'une carte de production, d'une éprouvette détachable ou d'une éprouvette composée à découper.

6.3.2.3 *Méthode*

Un courant continu ou alternatif spécifié doit passer par le conducteur à contrôler, pendant une durée spécifiée. Le courant doit être contrôlé en permanence.

Le courant sera choisi conformément aux instructions de la Publication 326-3 de la CEI.

On doit prendre soin d'assurer un bon contact électrique du conducteur à contrôler.

6.3.2.4 *Détails à spécifier*

- a) conducteur(s) à contrôler, points de connexion inclus;
- b) courant, valeur et durée;
- c) mesures finales et exigences;
- d) tout écart par rapport à la méthode d'essai normale.

6.4 *Essai 6: Résistance d'isolement*

6.4.1 *Essai 6a: Résistance d'isolement, couches de surface*

6.4.1.1 *Objet*

Déterminer la résistance d'isolement entre des parties spécifiées d'une impression conductrice à la surface d'une carte imprimée ou d'une couche d'une carte multicouche avant stratification.

La résistance d'isolement fournit une indication de la qualité du matériau et des méthodes employées en production.

La Publication 326-3 de la CEI fournit une explication de la relation qui existe entre la résistance d'isolement du support isolant métallisé, selon la Publication 249 de la CEI, et la résistance d'isolement à spécifier pour cet essai.

6.4.1.2 *Eprouvette*

La résistance d'isolement doit être mesurée entre deux points spécifiés quelconques de l'impression conductrice d'une carte de production ou d'une couche d'une carte imprimée multicouche avant stratification.

L'éprouvette doit être manipulée soigneusement de manière à éviter toute contamination, par exemple empreintes de doigts, poussières, etc.

6.4.1.3 *Méthode*

L'éprouvette doit être préconditionnée selon l'essai 18a.

6.3.2.2 Specimen

The test shall be carried out on specified parts of a pattern of a production board, or of a test coupon or of a composite test coupon.

6.3.2.3 Method

A specified a.c. or d.c. current shall be passed through the conductor under test for a specified period. The current shall be continuously monitored.

The current shall be chosen in accordance with the information given in IEC Publication 326-3.

Care shall be taken to ensure good electrical contact to the conductor under test.

6.3.2.4 Details to be specified

- a) conductor(s) to be tested, including connection points;
- b) current, value and duration;
- c) final measurements and requirements;
- d) any deviation from the standard test method.

6.4 Test 6: Insulation resistance

6.4.1 Test 6a: Insulation resistance, surface layers

6.4.1.1 Object

To determine the insulation resistance between specified parts of a conductive pattern on the surface of a printed board or of a layer of a multilayer printed board before lamination.

The insulation resistance gives an indication of the quality of the material as well as the quality of the processes used in the production.

The relation between the insulation resistance specified in IEC Publication 249 for the metal-clad base material and the insulation resistance to be specified for this test is explained in IEC Publication 326-3.

6.4.1.2 Specimen

The insulation resistance shall be measured between any two specified points of a conductive pattern of a production board or of a layer of a multilayer printed board before lamination.

The specimen shall be handled carefully in order to avoid any contamination, for example fingerprints, dust, etc.

6.4.1.3 Method

The specimen shall be preconditioned using Test 18a.

La résistance d'isolement doit être mesurée au moyen d'un appareillage de mesure adéquat. La tension d'essai, c'est-à-dire la tension aux bornes de la résistance d'isolement à mesurer, doit être de:

$$\begin{aligned} &10 \pm 1 \text{ V, ou} \\ &100 \pm 15 \text{ V, ou} \\ &500 \pm 50 \text{ V,} \end{aligned}$$

selon la spécification particulière. La tension d'essai doit être appliquée pendant 1 min avant la mesure. Lorsqu'une lecture de tension stable est obtenue plus rapidement, la mesure peut alors être commencée immédiatement. Lorsqu'une lecture de tension stable n'est pas obtenue après 1 min, cela doit être mentionné dans le rapport d'essai.

La spécification particulière peut aussi exiger la mesure de résistance d'isolement à températures élevées, par exemple pendant un essai de chaleur sèche ou un essai d'humidité, tandis que l'éprouvette est encore dans la chambre d'essai. Dès lors, la même méthode doit être appliquée.

Dans le cas où des fils d'essai sont introduits dans la chambre, on prendra les précautions nécessaires pour réduire toute influence sur les lectures de résistance d'isolement.

6.4.1.4 *Détails à spécifier*

- a) parties de l'impression à mesurer;
- b) tension d'essai;
- c) température et/ou humidité, si elles diffèrent des conditions normales;
- d) valeur minimale de résistance d'isolement;
- e) tout écart par rapport à la méthode d'essai normale.

6.4.2 *Essai 6b: Résistance d'isolement, couches internes*

6.4.2.1 *Objet*

Déterminer la résistance d'isolement entre des zones spécifiées d'une impression conductrice, sur une couche interne d'une carte imprimée multicouche.

La résistance d'isolement donne une indication concernant aussi bien la qualité des matériaux que la qualité du procédé utilisé pour la fabrication.

Comme cette résistance d'isolement est une combinaison de résistance de surface et de résistance de volume, on ne peut émettre aucune corrélation avec la valeur spécifiée dans la Publication 249 de la CEI pour le support isolant métallisé.

6.4.2.2 *Eprouvette*

La résistance d'isolement doit être mesurée entre deux points spécifiés quelconques de l'impression conductrice, sur une couche interne d'une carte de production ou d'une éprouvette détachable.

The insulation resistance shall be measured with suitable measuring equipment. The test voltage, i.e. the voltage across the insulation resistance to be measured, shall be:

$$\begin{aligned} &10 \pm 1 \text{ V, or} \\ &100 \pm 15 \text{ V, or} \\ &500 \pm 50 \text{ V,} \end{aligned}$$

as specified in the relevant specification. The test voltage shall be applied for 1 min before measurement. If a stable reading is obtained earlier, the measurement may be made earlier. If stable reading is not obtained within 1 min, this shall be recorded in the test report.

The relevant specification may also call for measurement of the insulation resistance at elevated temperatures, e.g. during a dry heat or a humidity test while the specimen is still in the test chamber. Then, the same method shall be applied.

Where the test wires enter into the chamber, precautions must be taken to minimize any influence on the insulation resistance readings.

6.4.1.4 Details to be specified

- a) parts of the pattern to be measured;
- b) test voltage;
- c) temperature and/or humidity if different from standard conditions;
- d) minimum value of insulation resistance;
- e) any deviation from the standard test method.

6.4.2 Test 6b: Insulation resistance, internal layers

6.4.2.1 Object

To determine the insulation resistance between specified parts of a conductive pattern on an internal layer of a multilayer printed board.

The insulation resistance gives an indication of the quality of the material as well as the quality of the process used in the production.

Since this insulation resistance is a combination of surface resistance and volume resistance, no correlation with the value specified in IEC Publication 249 for the metal-clad base material can be given.

6.4.2.2 Specimen

The insulation resistance shall be measured between any two specified points of a conductive pattern on an internal layer of a production board or a test coupon.

Lorsqu'on spécifie ces deux points, on doit prendre soin d'éviter l'influence d'autres couches.

L'éprouvette doit être manipulée soigneusement de manière à éviter toute contamination, par exemple empreintes de doigts, poussières, etc.

6.4.2.3 *Méthode*

On doit appliquer la méthode spécifiée à l'essai 6a.

6.4.2.4 *Détails à spécifier*

- a) parties de l'impression à mesurer;
- b) tension d'essai;
- c) température et/ou humidité, si elles diffèrent des conditions normales;
- d) valeur minimale de résistance d'isolement;
- e) tout écart par rapport à la méthode d'essai normale.

6.4.3 *Essai 6c: Résistance d'isolement entre couches*

6.4.3.1 *Objet*

Déterminer la résistance d'isolement, entre des parties spécifiées d'impressions conductrices, sur des couches adjacentes de cartes imprimées. La résistance d'isolement fournit une indication concernant la qualité de la fabrication et la qualité ou l'insuffisance d'épaisseur du support isolant ou des feuilles de collage.

6.4.3.2 *Eprouvette*

La résistance d'isolement doit être mesurée entre deux points spécifiés quelconques d'impressions conductrices, sur des couches différentes mais adjacentes d'une carte imprimée.

L'éprouvette doit être manipulée soigneusement de manière à éviter toute contamination, par exemple empreintes de doigts, poussières, etc.

6.4.3.3 *Méthode*

On doit appliquer la méthode spécifiée à l'essai 6a.

6.4.3.4 *Détails à spécifier*

- a) parties à mesurer;
- b) tension d'essai;
- c) température et/ou humidité, si elles diffèrent des conditions normales;
- d) valeur minimale de résistance d'isolement;
- e) tout écart par rapport à la méthode d'essai normale.

When specifying these two points, care shall be taken to avoid influence from other layers.

The specimen shall be handled carefully in order to avoid any contamination, for example fingerprints, dust, etc.

6.4.2.3 *Method*

The method as specified for Test 6a shall be applied.

6.4.2.4 *Details to be specified*

- a) parts of the pattern to be measured;
- b) test voltage;
- c) temperature and/or humidity if different from standard conditions;
- d) minimum value of insulation resistance;
- e) any deviation from the standard test method.

6.4.3 *Test 6c: Insulation resistance between layers*

6.4.3.1 *Object*

To determine the insulation resistance between specified parts of conductive patterns on adjacent layers of printed boards. The insulation resistance gives an indication of the quality of the processing and of the quality or of insufficient thickness of base material or bonding sheets.

6.4.3.2 *Specimen*

The insulation resistance shall be measured between any two specified points of conductive patterns on different but adjacent layers of a printed board.

The specimen shall be handled carefully in order to avoid any contamination, for instance fingerprints, dust, etc.

6.4.3.3 *Method*

The method as specified for Test 6a shall be applied.

6.4.3.4 *Details to be specified*

- a) parts to be measured;
- b) test voltage;
- c) temperature and/or humidity if different from standard conditions;
- d) minimum value of insulation resistance;
- e) any deviation from the standard test method.

6.5 Essai 7: Epreuve de tension

6.5.1 Essai 7a: Epreuve de tension, couches de surface

6.5.1.1 Objet

Vérifier la tenue d'une zone spécifiée de l'impression à la surface d'une carte imprimée à des tensions spécifiées sans qu'aucun courant de fuite ne soit mis en évidence par un contournement (décharge de surface), des effluves (décharge dans l'air) ou un claquage (perforation). La décharge peut être observée visuellement ou décelée par un appareillage d'essai d'une manière appropriée.

Note.- L'épreuve de tension ne remplace pas la mesure des distances entre parties conductrices.

6.5.1.2 Epreuve

L'essai doit être effectué sur des zones spécifiées d'une impression à la surface d'une carte imprimée. Lorsqu'on spécifie les zones sur une couche de surface d'une carte imprimée multicouche, on doit prendre soin d'éviter l'influence d'autres zones ou couches.

L'éprouvette doit être manipulée soigneusement de manière à éviter toute contamination, par exemple empreintes de doigts, poussières, etc.

6.5.1.3 Méthode

L'éprouvette doit être préconditionnée selon l'essai 18a.

La tension d'essai sera une tension continue ou alternative de forme approximativement sinusoïdale et la fréquence sera de 40 Hz à 60 Hz.

L'appareillage d'essai doit être capable de fournir la haute tension nécessaire et d'indiquer lorsqu'il y a une décharge de rupture et/ou un courant de fuite déterminé, en cas de défaut non apparent.

La tension doit être appliquée entre les points spécifiés et progressivement augmentée durant 5 s jusqu'à la valeur spécifiée, puis maintenue pendant 1 min.

6.5.1.4 Détails à spécifier

- a) points d'application;
- b) tension d'essai;
- c) courant de fuite maximal;
- d) tout écart par rapport à la méthode d'essai normale.

6.5.2 Essai 7b: Epreuve de tension entre couches

6.5.2.1 Objet

Vérifier la tenue des zones spécifiées d'impression sur des couches adjacentes d'une carte imprimée à des tensions d'essai spécifiées sans qu'aucune décharge disruptive ne soit indiquée par l'appareillage d'essai.

6.5 Test 7: Voltage proof

6.5.1 Test 7a: Voltage proof, surface layers

6.5.1.1 Object

To assess the ability of specified parts of a pattern on the surface of a printed board to withstand specified test voltages without any disruptive discharges as evidenced by flashover (surface discharge), sparkover (air discharge), or breakdown (puncture discharge). The discharge may be visually observed or indicated by the test equipment in an appropriate manner.

Note.— The voltage proof test is not a substitute for measuring distances between conductive parts.

6.5.1.2 Specimen

The test shall be carried out on specified parts of a pattern on the surface of a printed board. When specifying parts on a surface layer of a multilayer printed board, care shall be taken to avoid the influence of other parts or layers.

The specimen shall be handled carefully in order to avoid any contamination, for example fingerprints, dust, etc.

6.5.1.3 Method

The specimen shall be preconditioned using Test 18a.

The test voltage shall be a d.c. voltage or an a.c. peak voltage of approximately sinusoidal waveform and a frequency of 40 Hz to 60 Hz.

The test equipment shall be capable of supplying the necessary high voltage and of indicating the occurrence of disruptive discharge and/or specified leakage current in case of the failure not being visible.

The voltage shall be applied between the specified points, and shall be gradually increased during 5 s up to the specified value and then maintained for 1 min.

6.5.1.4 Details to be specified

- a) points of application;
- b) test voltage;
- c) maximum leakage current;
- d) any deviation from the standard test method.

6.5.2 Test 7b: Voltage proof between layers

6.5.2.1 Object

To assess the ability of specified parts of patterns on adjacent layers of a printed board to withstand specified test voltages without any disruptive discharge as indicated by the test equipment.

Les décharges disruptives fournissent une indication relative à des procédés défectueux ou à une épaisseur insuffisante du support isolant ou des feuilles de collage.

6.5.2.2 *Eprouvette*

L'essai doit être effectué sur des zones spécifiées d'impressions sur des couches adjacentes d'une carte imprimée.

L'éprouvette doit être soigneusement manipulée de manière à éviter toute contamination, par exemple empreintes de doigts, poussières, etc.

6.5.2.3 *Méthode*

La méthode spécifiée pour l'essai 7a doit être appliquée.

6.5.2.4 *Détails à spécifier*

- a) points d'application;
- b) tension d'essai;
- c) courant de fuite maximal;
- d) tout écart par rapport à la méthode d'essai normale.

6.6 *Essai 8a: Dérive de fréquence*

6.6.1 *Objet*

Déterminer l'influence des conditions d'environnement déterminées sur des zones d'impression d'une carte imprimée faisant partie d'un circuit oscillant.

6.6.2 *Eprouvette*

L'essai doit être effectué sur des zones spécifiées d'une impression ou sur des impressions d'une carte de production ou d'une éprouvette détachable.

6.6.3 *Méthode*

Une zone spécifiée de l'impression de la carte imprimée sera reliée au circuit oscillant d'une source haute fréquence extérieure. La fréquence sera celle qu'indiquera la spécification particulière.

Les changements de fréquence dus aux modifications des conditions d'environnement seront mesurés par une méthode convenable, par exemple directement à l'aide d'un fréquencemètre ou par une méthode à battement.

Les conditions d'environnement, comprenant le préconditionnement, l'épreuve et la reprise, répondront à la Publication 68 de la CEI. Une épreuve convenable est constituée par l'essai Ca de la Publication 68-2-3 de la CEI, sévérité quatre jours.

Disruptive discharges give an indication of defective processes or insufficient thickness of base material or bonding sheets.

6.5.2.2 *Specimen*

The test shall be carried out on specified parts of patterns on adjacent layers of a printed board.

The specimen shall be handled carefully in order to avoid any contamination, for example fingerprints, dust, etc.

6.5.2.3 *Method*

The method as specified for Test 7a shall be applied.

6.5.2.4 *Details to be specified*

- a) points of application;
- b) test voltage;
- c) maximum leakage current;
- d) any deviation from the standard test method.

6.6 *Test 8a: Frequency drift*

6.6.1 *Object*

To determine the influence of specified environmental conditions on parts of a pattern of a printed board that form part of an oscillating circuit.

6.6.2 *Specimen*

The test shall be carried out on specified parts of a pattern or patterns of a production board or of a test coupon.

6.6.3 *Method*

A specified part of the pattern shall be connected into the oscillating circuit of an external high-frequency source. The frequency shall be that specified in the detail specification.

Changes of frequency due to environmental conditions shall be measured by any suitable means, for example directly with a frequency counter or by a beat-frequency method.

The environmental conditions, including preconditioning, conditioning and recovery, shall be in accordance with IEC Publication 68. A suitable conditioning is Test Ca of IEC Publication 68-2-3, severity four days.

Les mesures de fréquence seront effectuées:

- a) après préconditionnement;
- b) si requis, à certains moments de l'épreuve;
- c) après reprise.

6.6.4 *Détails à spécifier*

- a) zone de l'impression à essayer;
- b) conditions d'environnement;
- c) points de mesure dans la séquence d'épreuve;
- d) fréquence;
- e) dérive permise;
- f) tout écart par rapport à la méthode d'essai normale.

6.7 *Essai 9a: Impédance du circuit*

Il existe plusieurs méthodes de mesure des impédances de circuit. Comme la méthode à employer dépendra à la fois de l'application de la carte imprimée (par exemple la gamme de fréquence) et de l'équipement de mesure disponible, aucune méthode CEI préférée ne peut être indiquée.

Si la mesure d'impédance d'un circuit est requise par une spécification particulière, la méthode de mesure doit être également spécifiée.

7. **Essais mécaniques**

7.1 *Essai 10: Force d'adhérence*

7.1.1 *Essai 10a: Force d'adhérence, conditions atmosphériques normales*

7.1.1.1 *Objet*

Déterminer la qualité de l'adhérence des conducteurs au support isolant dans des conditions atmosphériques normales, pour s'assurer d'une adhérence adéquate après traitement.

L'adhérence est déterminée par la force par unité de largeur nécessaire pour décoller le conducteur de la surface adjacente du support isolant.

Note.- La force d'adhérence est influencée par l'épaisseur de la feuille de métal et par des revêtements métalliques supplémentaires.

7.1.1.2 *Eprouvette*

L'essai doit être effectué sur des bandes conductrices droites à bords parallèles, de longueur convenable et de largeur uniforme.

Frequency measurements shall be made:

- a) after pre-conditioning;
- b) if required, at specific points of the conditioning;
- c) after recovery.

6.6.4 Details to be specified

- a) part of pattern to be tested;
- b) environmental conditions;
- c) measuring points in the conditioning sequence;
- d) frequency;
- e) permissible drift;
- f) any deviation from the standard test method.

6.7 Test 9a: Circuit impedance

There are several methods in use of measuring circuit impedances. Since the method to be used depends on both the application of the printed board (for example frequency range) and the measuring equipment available, no preferred IEC method can be indicated.

If the measurement of a circuit impedance is required in a detail specification, the measuring method must also be specified.

7. Mechanical tests

7.1 Test 10: Peel strength

7.1.1 Test 10a: Peel strength, standard atmospheric conditions

7.1.1.1 Object

To determine the quality of adhesion of conductors to the base material under standard atmospheric conditions, to ensure that the adhesion is adequate after processing.

The peel strength is measured as the force per unit width that is required to peel off the conductor from the adjoining surface of the base material.

Note.- The peel strength is influenced by the thickness of the metal foil and of additional platings.

7.1.1.2 Specimen

The test shall be carried out on straight conductors of suitable length and uniform width.

De préférence, la longueur du conducteur ne doit pas être inférieure à 75 mm. Les bandes de largeur inférieure à 0,8 mm ne seront pas essayées. S'il existe sur la carte des conducteurs revêtus électrolytiquement, quelques-uns d'entre eux seront essayés.

7.1.1.3 Méthode

Le conducteur doit être détaché du support isolant sur une distance d'environ 10 mm à une extrémité. La carte à essayer doit être maintenue d'une manière convenable. La partie détachée du conducteur sera accrochée fermement sur sa largeur totale, par exemple avec une pince, et on appliquera une force de traction constamment croissante suivant une direction perpendiculaire au plan du support isolant, jusqu'à ce que le conducteur se détache à une vitesse constante d'environ 50 mm/min, la force nécessaire étant mesurée. Une longueur de conducteur d'au moins 25 mm doit être ainsi détachée à cette vitesse sur quatre conducteurs. La force minimale par unité de largeur nécessaire pour détacher le conducteur pendant l'essai sera la force d'adhérence.

Les résultats d'essai doivent être donnés en newtons par millimètre de largeur du conducteur, mais on doit également noter dans le compte rendu la largeur réelle du conducteur.

7.1.1.4 Détails à spécifier

- a) les conducteurs à essayer;
- b) force d'adhérence minimale;
- c) tout écart par rapport à la méthode d'essai normale.

7.1.2 Essai 10b: Force d'adhérence, température élevée

A l'étude.

7.1.3 Essai 10c: Force d'adhérence, cartes imprimées souples, conditions atmosphériques normales

7.1.3.1 Objet

Déterminer la qualité de l'adhérence des conducteurs au support isolant dans des conditions atmosphériques normales, pour s'assurer d'une adhérence adéquate après traitement.

L'adhérence est déterminée par la force par unité de largeur nécessaire pour décoller le conducteur de la surface adjacente du support isolant.

Note. - La force d'adhérence est influencée par l'épaisseur de la feuille de métal et par celle des revêtements métalliques supplémentaires.

7.1.3.2 Eprouvette

L'essai est effectué sur des bandes conductrices droites à bords parallèles, de longueur convenable et de largeur uniforme.

De préférence, la longueur du conducteur ne doit pas être inférieure à 75 mm. Les bandes de largeur inférieure à 0,8 mm ne sont pas essayées. S'il existe sur la carte des conducteurs revêtus électrolytiquement, quelques-uns d'entre eux sont essayés. Pour des matériaux minces, il peut être nécessaire de les fixer sur un support rigide.

The conductor length should preferably be not less than 75 mm. Conductors less than 0,8 mm wide shall not be tested. Where plated conductors are present on the board, some of them shall be tested.

7.1.1.3 *Method*

The conductor shall be detached from the base material for a distance of about 10 mm from one end. The test board shall be supported in a suitable way. The detached end of the conductor shall be gripped over its entire width, for example with a clamp, and a steadily increasing pull shall be applied in a direction perpendicular to the plane of the base material until the conductor peels off at a steady rate of about 50 mm/min, the force required to do this being measured. A length of conductor of at least 25 mm shall be peeled at this rate from each of four conductors. The minimum force per unit width required to peel the conductor during the test shall be taken as the peel strength.

Test results shall be expressed in newtons per millimetre conductor width, but the actual width shall be stated in the report.

7.1.1.4 *Details to be specified*

- a) conductors to be tested;
- b) minimum peel strength;
- c) any deviation from the standard test method.

7.1.2 *Test 10b: Peel strength, elevated temperature*

Under consideration.

7.1.3 *Test 10c: Peel strength, flexible printed boards, standard atmospheric conditions*

7.1.3.1 *Object*

To determine the quality of adhesion of conductors to the base material under standard atmospheric conditions, to ensure that the adhesion is adequate after processing.

The peel strength is measured as the force per unit width which is required to peel off the conductor from the adjoining surface of the base material.

Note.- The peel strength is influenced by the thickness of the metal foil and of additional platings.

7.1.3.2 *Specimen*

The test shall be carried out on straight conductors of suitable length and uniform width.

The conductor length should preferably be not less than 75 mm. Conductors less than 0,8 mm wide shall not be tested. Where plated conductors are present on the board, some of them shall be tested. In the case of thin material, it may be necessary to attach it to a rigid support.

7.1.3.3 Méthode

Le conducteur est détaché du support de base sur une distance d'environ 10 mm à une extrémité. La carte à essayer doit être maintenue d'une manière convenable, par exemple par serrage entre deux plaques rigides avec une découpe pour le conducteur à détacher, ou par fixation sur un volant à rotation libre. La partie détachée du conducteur est accrochée fermement sur toute sa largeur, par exemple avec une pince, et une force constamment croissante est appliquée suivant une direction perpendiculaire au plan du support isolant jusqu'à ce que le conducteur se détache à une vitesse constante d'environ 50 mm/min, la force nécessaire étant mesurée. Une longueur de conducteur d'au moins 25 mm doit être ainsi détachée à cette vitesse sur quatre conducteurs. La force minimale par unité de largeur nécessaire pour détacher le conducteur pendant l'essai sera la force d'adhérence.

Les résultats d'essai doivent être donnés en newtons par millimètre de largeur du conducteur, mais on doit également noter dans le compte rendu la largeur réelle du conducteur.

7.1.3.4 Détails à spécifier

- a) les conducteurs à essayer;
- b) force d'adhérence minimale;
- c) tout écart par rapport à la méthode d'essai normale.

7.2 Essai 11: Force de traction

7.2.1 Essai 11a: Force d'arrachement, pastilles avec trous non métallisés

7.2.1.1 Objet

Déterminer la qualité de l'adhérence des pastilles au support isolant sous la contrainte d'opérations de soudage répétées.

La force d'arrachement est déterminée par la force normale à la surface de la carte nécessaire pour séparer la pastille du support isolant.

Cet essai fournit une indication approximative de la force d'arrachement après des opérations de soudage.

7.2.1.2 Epreuve

Les essais seront exécutés sur des pastilles circulaires, détachées au préalable des conducteurs adjacents. Préférence est accordée aux dimensions des pastilles, trous et fils suivants:

Diamètre pastille mm	Diamètre trou mm	Diamètre fil mm
4	1,3	0,9-1,0
2	0,8	0,6-0,7

7.1.3.3 Method

The conductor shall be detached from the base material for a distance of about 10 mm from one end. The test board shall be supported in a suitable way, for example by clamping between two flat rigid plates with a cut-out for the conductor to be peeled, or by attaching to a rotating drum. The detached end of the conductor shall be gripped over its entire width, for example with a clamp, and a steadily increasing pull shall be applied in a direction perpendicular to the plane of the base material until the conductor peels off at a steady rate of about 50 mm/min, the force required to do this being measured. A length of conductor of at least 25 mm shall be peeled at this rate from each of four conductors. The minimum force per unit width required to peel the conductor during the test shall be taken as the peel strength.

Test results shall be expressed in newtons per millimetre conductor width, but the actual width shall be stated in the report.

7.1.3.4 Details to be specified

- a) conductors to be tested;
- b) minimum peel strength;
- c) any deviation from the standard test method.

7.2 Test 11: Pull strength

7.2.1 Test 11a: Pull-off strength, lands with plain holes

7.2.1.1 Object

To assess the quality of adhesion of lands to the base material under the stress of repeated soldering operations.

The pull-off strength is measured as the force normal to the surface of the printed board required to separate the land from the base material.

This test gives an approximate indication of pull-off strength after soldering operations.

7.2.1.2 Specimen

Tests shall be carried out on circular lands that have been isolated from the attached conductors. The following land, hole and wire dimensions are preferred:

Land diameter mm	Hole diameter mm	Wire diameter mm
4 2	1,3 0,8	0,9-1,0 0,6-0,7

D'autres dimensions de pastilles, de fils et de trous peuvent être indiquées dans la spécification particulière.

Pour une information sur la correspondance entre diamètre de pastille et force d'arrachement, consulter la Publication 326-3 de la CEI.

7.2.1.3 *Méthode*

Le fil sera soudé dans un trou situé approximativement au centre de la pastille.

La méthode d'essai 19d de soudure au fer ou la méthode d'essai 19e de soudage au trempé doit être employée selon la spécification particulière. Le nombre de cycles de soudage sera celui indiqué par la spécification particulière.

Après le dernier cycle, l'éprouvette doit refroidir 30 min sous conditions atmosphériques normales.

Une force sera appliquée au moyen d'une machine de traction, en tirant sur le fil perpendiculairement à la carte imprimée. On augmentera cette force régulièrement à un rythme n'excédant pas 50 N/s, jusqu'à ce que la pastille se sépare du support isolant.

On prendra, comme force d'arrachement de la carte essayée, la plus petite de toutes les forces nécessaires pour détacher dix pastilles du support isolant.

7.2.1.4 *Détails à spécifier*

- a) pastilles à contrôler;
- b) méthode de soudage;
- c) nombre de cycles de soudage;
- d) force d'arrachement minimale;
- e) tout écart par rapport à la méthode d'essai normale.

7.2.2 *Essai 11b: Force d'arrachement, trous métallisés sans pastilles*

7.2.2.1 *Objet*

Déterminer la capacité des trous métallisés sans pastilles, à supporter la contrainte d'opérations de soudage répétées.

7.2.2.2 *Eprouvette*

L'essai doit être effectué sur un nombre déterminé de trous métallisés sans pastilles, d'une carte de production, d'une éprouvette détachable ou d'une éprouvette composée à découper, tel que déterminé dans la spécification particulière.

7.2.2.3 *Méthode*

Un fil de matériau, dimension et longueur appropriés doit être étamé à une extrémité. La longueur sera suffisante pour que l'essai de résistance à la traction puisse être appliqué.

Other land, wire and hole dimensions may be specified in the relevant specification.

For information on the correlation between land diameter and pull-off strength, see IEC Publication 326-3.

7.2.1.3 *Method*

The wire shall be soldered into the hole located approximately in the centre of the land.

As specified in the relevant specification, the hand-soldering method Test 19d or the dip-soldering method Test 19e shall be used. The number of soldering cycles shall be as specified in the relevant specification.

After the last cycle, the specimen shall be allowed to cool 30 min at standard atmospheric conditions.

A force shall then be applied by means of a tensile testing machine, pulling the wire at right angles to the printed board. This force shall be increased steadily at a rate not exceeding 50 N/s until the land separates from the base material.

The smallest of any of the forces required to detach ten lands from the base material shall be taken as the pull-off strength of the board under the test.

7.2.1.4 *Details to be specified*

- a) lands to be tested;
- b) soldering method;
- c) number of soldering cycles;
- d) minimum pull-off strength;
- e) any deviation from the standard test method.

7.2.2 *Test 11b: Pull-out strength, landless plated-through holes*

7.2.2.1 *Object*

To assess the ability of plated-through holes without lands to withstand the stress of repeated soldering operations.

7.2.2.2 *Specimen*

The test shall be carried out on a specified number of selected landless plated-through holes on a production board, a test coupon or a composite test coupon as specified in the relevant specification.

7.2.2.3 *Method*

A wire of suitable length, size and material shall be tinned at one end. The length shall be such that the tensile strength test can be performed.

La dimension du fil sera telle qu'après étamage, il puisse passer librement dans le trou à contrôler. Le matériau du fil doit permettre l'étamage et sa résistance sera suffisante pour répondre aux prescriptions de traction de l'essai.

La partie étamée du fil sera insérée dans le trou de manière à traverser et à dépasser la carte imprimée sur une distance minimale de 1,5 mm. La partie du fil en saillie doit être droite.

Le fil doit être soudé dans le trou. La méthode d'essai 19d de soudure au fer ou la méthode d'essai 19e de soudage au trempé doit être employée selon les indications de la spécification particulière.

Le nombre de cycles de soudage sera celui indiqué par la spécification particulière.

Après le dernier cycle, l'éprouvette doit refroidir 30 min sous conditions atmosphériques normales.

Une force sera appliquée au moyen d'une machine de traction en tirant sur le fil perpendiculairement à la carte imprimée. On augmentera cette force régulièrement à un rythme n'excédant pas 50 N/s jusqu'à ce que le revêtement se sépare du support isolant.

Cinq essais d'arrachement seront réalisés sur chaque face de la carte imprimée. On prendra comme force d'arrachement de la carte imprimée à l'essai, la plus petite de toutes les forces nécessaires pour détacher du support isolant, le revêtement métallique de dix trous.

7.2.2.4 Détails à spécifier

- a) trous à contrôler;
- b) méthode de soudage;
- c) nombre de cycles de soudage;
- d) force d'arrachement minimale;
- e) tout écart par rapport à la méthode d'essai normale.

7.3 Essai 12a: Planéité

7.3.1 Objet

Déterminer les écarts de planéité d'une carte imprimée.

7.3.2 Epreuve

L'essai doit être effectué sur une carte de production.

7.3.3 Méthode

La planéité est mesurée, la face concave de la carte étant dessus, en présentant une règle légère à la surface supérieure (concave) et en mesurant le jeu maximal entre la surface et la règle à 0,1 mm près.

The wire size shall be such that after tinning it may be passed freely into the hole to be tested. The material of the wire shall be such as to permit tinning and be of sufficient strength to meet the tensile requirements of the test.

The tinned end of the wire shall be inserted into the hole to protrude through the printed board a minimum distance of 1,5 mm. The wire protruding shall be straight.

The wire shall be soldered into the hole. As specified in the relevant specification, the hand-soldering method Test 19d or the dip-soldering method Test 19e shall be used.

The number of soldering cycles shall be as specified by the relevant specification.

After the last cycle, the specimen shall be allowed to cool 30 min at standard atmospheric conditions.

A force shall then be applied by means of a tensile testing machine, by pulling the wire at right angles to the printed board. This force shall be increased steadily at a rate not exceeding 50 N/s until the plating separates from the base material.

Five pull-out tests shall be made on each side of the printed board. The smallest of any of the forces to detach the plating of ten holes from the base material shall be taken as the pull-out strength of the printed board under test.

7.2.2.4 Details to be specified

- a) holes to be tested;
- b) soldering method;
- c) number of soldering cycles;
- d) minimum pull-out strength;
- e) any deviation from the standard test method.

7.3 Test 12a: Flatness

7.3.1 Object

To determine the deviation from flatness of a printed board.

7.3.2 Specimen

The test shall be carried out on a production board.

7.3.3 Method

Flatness is measured with the board laid concave side up by offering a light straight-edge to the upper (concave) surface and measuring the maximum clearance between the surface and the straight-edge to the nearest 0,1 mm.

La planéité est exprimée en rayon de courbure, déterminé par la formule suivante:

$$r = \frac{L^2}{8h}$$

où:

r = rayon de courbure

L = distance entre points d'appui de la règle

h = jeu maximal entre la règle et la carte

Le rayon de courbure minimal doit être noté comme mesure de la planéité de la carte; on notera également les dimensions de la carte essayée.

7.3.4 Détails à spécifier

- a) rayon de courbure minimal admis;
- b) tout écart par rapport à la méthode d'essai normale.

7.4 Essai 21a: Résistance aux flexions répétées (cartes imprimées souples)

7.4.1 Objet

Vérifier la capacité d'une carte imprimée souple à résister aux flexions qu'elle peut subir en service.

7.4.2 Epreuve

L'essai sera effectué sur une partie spécifiée d'une carte imprimée souple, de longueur au moins égale à 100 mm et de largeur 22 ± 2 mm.

7.4.3 Méthode

La méthode d'essai décrite au paragraphe 3.12: Résistance aux flexions répétées, de la Publication 249-1 de la CEI, sera utilisée.

La position de l'éprouvette (c'est-à-dire la position du côté soudure par rapport au système de fixation de l'appareil d'essai), le sens de cambrage et le nombre de cycles de flexion seront conformes aux indications de la spécification applicable.

Un conducteur convenable ou, mieux, un certain nombre de conducteurs reliés en série seront utilisés pour vérifier la continuité.

Après l'essai de flexions répétées, l'éprouvette sera contrôlée visuellement selon l'essai 1a. Il ne devra pas y avoir de conducteurs cassés (pas de discontinuité électrique). Il ne devra pas y avoir de décollement entre les conducteurs et la couche de protection, entre les conducteurs et le matériau de base, entre la couche de protection et le matériau de base, au-delà d'une valeur spécifiée.

Flatness is expressed as the radius of curvature determined by the following formula:

$$r = \frac{L^2}{8h}$$

where:

r = radius of curvature

L = distance between the points of support of the straight-edge

h = maximum clearance between straight-edge and board

The minimum radius of curvature shall be reported as a measure of the flatness of the board, together with the dimensions of the board tested.

7.3.4 Details to be specified

- a) permissible minimum radius curvature,
- b) any deviation from the standard test method.

7.4 Test 21a: Flexural fatigue (flexible printed boards)

7.4.1 Object

To assess the ability of a flexible printed board to withstand flexing that might occur during use.

7.4.2 Specimen

The test shall be carried out on a specified part of a flexible printed board cut to a length of 100 mm minimum and a width of 22 ± 2 mm.

7.4.3 Method

The test method described in Sub-clause 3.12: Flexural fatigue, of IEC Publication 249-1 shall be used.

The position of the specimen (i.e. position of the solder side relative to the clamping device of the test apparatus), the bending direction and the number of flexing cycles shall be as specified in the relevant specification.

A suitable conductor, preferably a number of conductors connected in series, shall be used for monitoring continuity.

After the flexing the specimen shall be visually examined using Test 1a. There shall be no broken conductors (no discontinuity). There shall be no delaminations between conductors and coverlayer, between conductors and base material, between coverlayer and base material, exceeding a specified value.

7.4.4 Détails à spécifier

- a) la partie à essayer;
- b) la position de l'éprouvette et le sens de cambrage;
- c) le nombre de cycles de flexion;
- d) les décollements tolérés;
- e) tout écart par rapport à la méthode d'essai normale.

8. Essais divers

8.1 Essai 13: Finitions du revêtement

8.1.1 Essai 13a: Adhérence du revêtement, méthode du ruban adhésif

8.1.1.1 Objet

Déterminer un degré minimal d'adhérence d'un revêtement à sa base.

L'essai n'est pas destiné à donner des informations concernant l'épaisseur, la dureté, le matériau, la soudabilité, l'action de protection du revêtement ou son aptitude à des applications électriques, par exemple finition de contact.

8.1.1.2 Eprouvette

L'essai doit être effectué sur des conducteurs métallisés d'une carte de production.

8.1.1.3 Méthode

On appliquera au revêtement à essayer le côté adhésif d'un ruban adhésif transparent non transférable, en pressant avec les doigts; on prendra soin d'exclure toutes les bulles d'air. Après 10 s, on enlèvera le ruban en appliquant une force de traction constante au ruban suivant une direction perpendiculaire à la surface du revêtement à essayer. La surface à essayer sera au minimum de 1 cm².

Après enlèvement du ruban, la partie de celui-ci qui était en contact avec la surface du revêtement à essayer, aussi bien que la surface du revêtement lui-même, doit être examinée visuellement selon l'essai 1a.

Un ruban adéquat est F-PVCp/90/0/Tp selon la Publication 454 de la CEI.

Note.- La surface revêtue à essayer devra, si possible, être séparée de la surface restante par découpage du revêtement. La surface à essayer peut être encore subdivisée en autant de découpes similaires, à 2 mm d'intervalle, que la surface revêtue à essayer le permet.

8.1.1.4 Détails à spécifier

- a) exigences;
- b) tout écart par rapport à la méthode d'essai normale.

7.4.4 Details to be specified

- a) part to be tested;
- b) position of the specimen and flexing direction;
- c) number of flexing cycles;
- d) delamination permitted;
- e) any deviation from the standard test method.

8. Miscellaneous tests

8.1 Test 13: Plating finishes

8.1.1 Test 13a: Adhesion of plating, tape method

8.1.1.1 Object

To assess a minimum degree of adhesion of a plating to its base.

The test is not intended to give any information regarding thickness, hardness, material, solderability, protection effect of the plating or its suitability for electrical purposes, for example as contact finish.

8.1.1.2 Specimen

The test shall be carried out on plated conductors of a production board.

8.1.1.3 Method

The adhesive side of a non-transferable transparent adhesive tape shall be applied to the plating under test by finger pressure, care being taken to exclude all air bubbles. After an interval of 10 s, the tape shall be removed by applying a steady pulling force on the tape in a direction perpendicular to the surface of the plating under test. The plated area under test shall be at least 1 cm².

After removal of the tape, the part of the tape that was in contact with the surface of the plating under test, as well as the surface of the plating itself, shall be visually examined using Test 1a.

A suitable tape is tape F-PVCp/90/0/Tp in accordance with IEC Publication 454.

Note. - Where possible, the plated area under test shall be separated from the remaining area by cutting through the plating. The area under test can be further subdivided by as many similar cuts at 2 mm intervals as can be contained on the plated area under test.

8.1.1.4 Details to be specified

- a) requirements;
- b) any deviation from the standard test method.

8.1.2 *Essai 13b: Adhérence du revêtement, méthode de brunissement*

8.1.2.1 *Objet*

Déterminer la capacité de résistance au brunissement d'un revêtement pouvant survenir au cours d'une utilisation courante, par exemple finition de contact.

Cet essai est applicable seulement à certains types de revêtement.

8.1.2.2 *Eprouvette*

L'essai doit être effectué sur des zones métallisées spécifiées de couches conductrices d'une carte de production.

8.1.2.3 *Méthode*

Une petite portion de la surface revêtue doit être frottée rapidement et fermement avec l'extrémité d'un outil lisse convenable, pendant approximativement 15 s. La pression appliquée doit être suffisante pour brunir le revêtement à chaque passage, mais ne doit pas le couper.

Un outil convenable est constitué par une tige d'acier de 6,0 mm à 6,5 mm de diamètre, possédant une extrémité hémisphérique lisse.

Les surfaces contrôlées seront inspectées visuellement selon l'essai 1b.

8.1.2.4 *Détails à spécifier*

- a) exigences,
- b) tout écart par rapport à la méthode d'essai normale.

8.1.3 *Essai 13c: Porosité, exposition aux gaz*

8.1.3.1 *Objet*

Détecter les discontinuités dans certains revêtements métalliques.

L'exposition aux atmosphères humides contenant de l'oxygène sulfureux et de l'hydrogène sulfureux donne naissance à des produits de corrosion qui mettent en évidence les discontinuités du revêtement.

L'essai convient à l'examen des revêtements d'or, de palladium et de rhodium sur du cuivre, et il est valable lorsqu'il y a une sous-couche de nickel.

La possibilité d'application et le niveau de confiance des conclusions à retirer des résultats d'essai sont très limités. Par conséquent, il est recommandé de n'appliquer l'essai que s'il est agréé explicitement par l'acheteur et le vendeur.

8.1.3.2 *Eprouvette*

Une partie convenable d'une carte de production revêtue d'or, de palladium ou de rhodium sur cuivre, par-dessus une sous-couche de nickel.

8.1.2 *Test 13b: Adhesion of plating, burnish method*

8.1.2.1 *Object*

To assess the ability of a plating to withstand burnishing stresses that might occur during normal use, for instance as contact finish.

This test is applicable to certain types of plating only.

8.1.2.2 *Specimen*

The test shall be carried out on specified plated parts of conductive layer(s) on a production board.

8.1.2.3 *Method*

A small area of the plated surface shall be rubbed rapidly and firmly with the end of a suitable smooth tool for about 15 s. The pressure applied shall be sufficient to burnish the coating at each stroke but not sufficient to cut the coating.

A suitable tool is a steel rod of approximately 6,0 mm to 6,5 mm diameter with a smooth hemispherical end.

The tested area shall then be visually examined using Test 1b.

8.1.2.4 *Details to be specified*

- a) requirements;
- b) any deviation from the standard test method.

8.1.3 *Test 13c: Porosity, gas exposure*

8.1.3.1 *Object*

To detect discontinuities in certain metal platings.

Exposure to moist atmospheres containing sulphur dioxide and hydrogen sulphide causes corrosion products to appear at discontinuities in the coating.

The test is suitable for the examination of gold, palladium and rhodium coatings on copper, and it is appropriate when there is an undercoat of nickel.

Feasibility of application and confidence level of conclusions to be drawn from the test results are very limited. Therefore, it is recommended to apply the test only if explicitly agreed between purchaser and vendor.

8.1.3.2 *Specimen*

A suitable part of a production board with gold, palladium or rhodium coatings on copper over an undercoat of nickel.

8.1.3.3 Méthode

Une chambre convenant à l'essai est formée par un dessiccateur conventionnel en verre et son couvercle, ayant un volume total interne de 10 l. Le couvercle et les rebords sont enduits de graisse à vide afin d'éviter les fuites de gaz. Le dessiccateur doit comprendre une assiette perforée, en céramique vernie, servant de support aux éprouvettes à essayer.

Nettoyer et sécher l'assiette en céramique et les surfaces intérieures de la chambre. Placer 0,5 ml d'eau distillée à la base de la chambre, sous l'assiette en céramique. Dégraisser les éprouvettes à la vapeur de trichloréthylène ou avec un autre solvant convenable, essuyer avec un chiffon ne déposant pas de poussière et attendre que les éprouvettes atteignent la température de la pièce. Placer les éprouvettes sur l'assiette en céramique, la face à essayer étant tournée vers le haut.

Remplir un bocal en verre, propre et sec, ou un verre à mesure, d'une capacité de 100 ml, avec de l'oxygène sulfureux obtenu à partir d'un syphon à gaz liquide par déplacement d'air vers le bas. Placer le bocal en verre et son contenu horizontalement sur l'assiette en céramique, le long des éprouvettes à essayer et ouvrir le bocal afin de permettre au gaz de se répandre dans la chambre à gaz. Fermer la chambre immédiatement et la laisser fermée au moins 24 h. A la fin de cette période, ouvrir la chambre et la laisser pendant 1 h dans les conditions normales de la pièce.

Enlever le bocal en verre de la chambre et le remplir avec de l'hydrogène sulfureux préparé à partir de sulfure de fer et d'acide chlorhydrique. Recueillir le gaz par déplacement d'eau dans un réservoir pneumatique et sécher l'extérieur du bocal en verre.

Placer le bocal et son contenu dans la chambre à gaz tel que décrite précédemment, fermer la chambre immédiatement et la laisser fermée au moins 24 h.

A la fin de cette période, ouvrir la chambre et enlever l'éprouvette en prenant soin de ne pas toucher la face à essayer.

L'éprouvette sera alors examinée visuellement selon l'essai 1b.

8.1.3.4 Détails à spécifier

- a) exigences;
- b) tout écart par rapport à la méthode d'essai normale.

8.1.4 Essai 13d: Porosité, essai électrographique, revêtement d'or sur cuivre

8.1.4.1 Objet

Détecter les discontinuités dans certains revêtements métalliques au moyen de la méthode électrographique.

L'essai convient pour l'examen des revêtements d'or, de palladium et de rhodium sur cuivre sans sous-couche de nickel.

8.1.3.3 Method

A suitable chamber consists of a conventional glass desiccator vessel and lid having a total internal volume of 10 l. The lid and the body flanges are to be smeared with vacuum grease to prevent gas leakage. The desiccator vessel should include a perforated glazed ceramic plate to act as a support for the samples under test.

Clean and dry the ceramic plate and internal surface of the chamber. Dispense 0,5 ml of distilled water on to the base of the chamber beneath the ceramic plate. Degrease the samples in trichlorethylene vapour or with other suitable solvent, wipe with a lint-free cloth and allow them to attain room temperature. Place the samples on the ceramic plate with the face to be tested upwards.

Fill a clean, dry glass jar or measuring cylinder of 100 ml capacity with sulphur dioxide gas from a liquid gas syphon by downward displacement of air. Place the glass jar and its contents horizontally on the ceramic plate alongside the samples under test and open the jar to permit the gas to flow into the gas chamber. Close the chamber immediately and leave it for not less than 24 h. At the end of this period, open the chamber and allow it to stand for 1 h under normal conditions.

Remove the glass jar from the chamber and fill it with hydrogen sulphide gas prepared from ferrous sulphide and hydrochloric acid. Collect the gas by water displacement in a pneumatic trough and wipe the outside of the glass jar dry.

Place the glass jar and its contents in the gas chamber as before, close the chamber immediately and leave it for not less than 24 h.

At the end of this period, open the chamber and remove the sample, taking care not to touch the face under test.

The specimen shall then be visually examined using Test 1b.

8.1.3.4 Details to be specified

- a) requirements;
- b) any deviation from the standard test method.

8.1.4 Test 13d: Porosity, electrographic test, gold on copper

8.1.4.1 Object

To detect discontinuities in certain metal platings by an electrographic method.

The test is suitable for the examination of gold, palladium and rhodium coatings on copper without an undercoat of nickel.

La possibilité d'application et le niveau de confiance des conclusions à retirer des résultats d'essai sont très limités. Par conséquent, il est recommandé de n'appliquer cet essai que s'il est agréé explicitement par l'acheteur et le vendeur.

8.1.4.2 *Eprouvette*

Une partie convenable d'une carte de production revêtue d'or, de palladium ou de rhodium sur cuivre.

8.1.4.3 *Méthode*

Du papier filtre Whatman 542 ou du papier duplicata Spicers Plus ou équivalent est trempé pendant 10 min dans une solution fraîchement préparée contenant 10% de chlorure de cadmium dans de l'eau distillée, avec 0,1% en volume d'acide chlorhydrique de masse volumique de 1,16 à 1,18 g/cm³, l'excédent de la solution étant enlevé avec du papier buvard.

Le papier filtre est alors partiellement séché, puis immergé pendant 30 s dans une solution fraîchement préparée contenant 5% de sulfure de sodium dans de l'eau distillée, après quoi le papier doit être devenu jaune uniforme (ce qui indique un précipité complet du sulfure de cadmium). Le papier est alors lavé à l'eau courante pendant environ 1 h, puis séché soigneusement dans un courant d'air.

Un papier buvard à usage photographique de bonne qualité est trempé dans de l'eau distillée, puis séché de telle manière qu'il puisse donner les électrogrammes d'une façon très précise.

Le revêtement est soigneusement nettoyé avec une poudre fine d'alumine (ou de magnésie) dans de l'eau afin d'enlever les contaminations de surface, puis rincé avec de l'eau distillée et séché. Les surfaces ainsi préparées doivent être gardées propres jusqu'à exécution de l'essai.

Sont placés sur l'éprouvette (qui joue le rôle d'anode): un morceau du papier au sulfure de cadmium, puis un morceau du papier buvard à usage photographique, celui-ci étant en contact avec une plaque fraîchement lavée d'aluminium de haute pureté (qui joue le rôle de cathode). Cet ensemble est alors comprimé jusqu'à ce que la pression entre le papier au sulfure de cadmium et l'éprouvette soit uniforme et comprise entre 140 N/cm² et 170 N/cm². Pendant cette compression, on applique un courant continu non ondulé de faible intensité, provenant d'une source dont la tension n'excède pas 12 V. Le courant initial doit être de 7,7 mA/cm² d'anode et est maintenu pendant 30 s.

L'électrogramme produit sur le papier au sulfure de cadmium est séché. La présence de défauts sur le revêtement est révélée par une coloration brune sur le papier. Des réactifs chimiques de qualité "pour analyse" doivent être utilisés.

L'éprouvette sera alors examinée visuellement, selon l'essai 1b.

Feasibility of application and confidence level of conclusions to be drawn from the test results are very limited. Therefore, it is recommended that the test be applied only if explicitly agreed between purchaser and vendor.

8.1.4.2 *Specimen*

A suitable part of a production board with gold, palladium or rhodium coatings on copper.

8.1.4.3 *Method*

Whatman 542 filter paper or Spicers Plus fabric duplicating paper or equivalent is soaked for 10 min in a fresh 10% solution of cadmium chloride in distilled water containing 0,1% by volume of hydrochloric acid with a density of 1,16 to 1,18 g/cm³. The excess solution is removed with blotting-paper.

The paper is allowed to dry partially and is then immersed in a fresh 5% solution of sodium sulphide in distilled water for 30 s, after which time the paper must be of a uniform yellow colour (indicating a complete precipitate of cadmium sulphide). The paper is then washed in running water for approximately 1 h, after which it is carefully dried in a circulating air system.

A good-quality photographic blotting paper is soaked in distilled water and dried to a degree of dryness that produces consistent, sharply defined electrograms.

The plating is lightly cleaned with a little powdered alumina (or magnesia) and water to remove any extraneous surface contamination, and then flushed with distilled water and dried. The cleaned surfaces must be kept clean until the test is completed.

A piece of the cadmium sulphide paper is placed on the plated sample (which acts as the anode) followed by a piece of the photographic blotting paper, the latter being in contact with a freshly cleaned high-purity aluminium platen (which acts as the cathode). The assembly is compressed so that the pressure between the cadmium sulphide paper and the sample is uniform and between 140 N/cm² and 170 N/cm². Whilst the assembly is under compression, a smooth, ripple-free d.c. current from a source not exceeding 12 V is passed. The current is set initially at 7,7 mA/cm² of anode area and passed for 30 s.

The electrogram produced on the cadmium sulphide paper is allowed to dry. The presence of any defect in the plated coating is revealed by a corresponding brown stain on the paper. Analytical reagent grade chemicals must be used.

The specimen shall then be visually examined using Test 1b.

Notes concernant la méthode d'essai

- 1.- La surface de la cathode en aluminium de haute pureté doit être exempte de graisse et de poussières étrangères qui pourraient créer des taches inopérantes sur le papier au sulfure de cadmium.
- 2.- Afin de prolonger la vie active du papier au sulfure de cadmium, celui-ci doit être stocké dans une enceinte noire.
- 3.- La durée de vie du papier est approximativement quatre à six semaines.
- 4.- Après cet essai, les contacts doivent être lavés à nouveau comme avant l'essai, rincés à l'eau distillée chaude et essuyés soigneusement. Le papier au sulfure de cadmium utilisé ne doit pas être laissé en contact avec la surface de revêtement de la carte imprimée.

8.1.4.4 *Détails à spécifier*

- a) exigences;
- b) tout écart par rapport à la méthode d'essai normale.

8.1.5 *Essai 13e: Porosité, essai électrographique, revêtement d'or sur nickel*

8.1.5.1 *Objet*

Détecter les discontinuités dans certains revêtements métalliques au moyen de la méthode électrographique.

La méthode convient pour l'examen des revêtements d'or, de palladium et de rhodium sur une sous-couche de nickel.

La possibilité d'application et le niveau de confiance des conclusions à retirer des résultats d'essai sont très limités. Par conséquent, il est recommandé de n'appliquer cet essai que s'il est agréé explicitement par l'acheteur et le vendeur.

8.1.5.2 *Eprouvette*

Une partie convenable d'une carte de production revêtue d'or, de palladium ou de rhodium sur une sous-couche de nickel.

8.1.5.3 *Méthode*

Du papier filtre Whatman 542 ou équivalent est trempé pendant 10 min dans une solution de 0,8% de nioxime (cyclohexane 1 : 2 dione dioxime) dans de l'eau distillée. La solution en excédent est enlevée à l'aide de papier buvard. Le papier filtre est ensuite suspendu afin de le sécher.

On procède comme pour l'essai 13d, excepté que le morceau de papier nioxime est humidifié à l'eau distillée et exposé à des vapeurs d'ammoniac. L'excès est enlevé à l'aide de papier buvard et le "tampon arrière" du papier buvard photographique est utilisé sec.

Notes on test procedure

- 1.- The high-purity aluminium platens must at all times be free from grease and foreign matter likely to cause inoperative areas on the cadmium sulphide paper.
- 2.- In order to preserve the active life of the cadmium sulphide papers, they should be stored in a dark sealed container.
- 3.- The shelf life of the papers is approximately four to six weeks.
- 4.- After this test, the contacts must be cleaned again as before, rinsed finally in hot distilled water and carefully dried. The used cadmium sulphide paper must not be stored in contact with the plated surface of the board.

8.1.4.4 Details to be specified

- a) requirements;
- b) any deviation from the standard test method.

*8.1.5 Test 13e: Porosity, electrographic test, gold on nickel**8.1.5.1 Object*

To detect discontinuities in certain metal platings by an electrographic method.

The test is suitable for the examination of gold, palladium and rhodium coatings on a nickel undercoat.

Feasibility of application and confidence level of conclusions to be drawn from the test results are very limited. Therefore, it is recommended that the test be applied only if explicitly agreed between purchaser and vendor.

8.1.5.2 Specimen

A suitable part of a production board with gold, palladium or rhodium coatings on an undercoat of nickel.

8.1.5.3 Method

Whatman 542 filter paper or equivalent is soaked for 10 min in a 0,8% solution of nioxime (cyclohexane 1 : 2 dione dioxime) and distilled water. The excess solution is removed by blotting-paper and the paper is hung up to dry.

The procedure of Test 13d is followed, except that the piece of nioxime paper is moistened with distilled water and exposed to ammonia vapour. The excess is removed by blotting, and the "backing pad" of photographic blotting-paper is used dry.

L'électrogramme produit sur le papier nioxime est exposé aux vapeurs d'ammoniac, puis séché. La présence de défauts sur le revêtement est révélée sur le papier par une tache rouge ou pourpre correspondante. Les défauts d'une sous-couche de nickel déposée sur cuivre sont révélés par des taches brun-vert.

L'éprouvette sera alors examinée visuellement, selon l'essai 1b.

8.1.5.4 *Détails à spécifier*

- a) exigences;
- b) tout écart par rapport à la méthode d'essai normale.

8.1.6 *Essai 13f: Epaisseur de métallisation*

8.1.6.1 *Objet*

Déterminer l'épaisseur de métallisation en un nombre déterminé de points d'une impression conductrice.

8.1.6.2 *Eprouvette*

La mesure devra être faite sur une impression conductrice possédant des revêtements métalliques supplémentaires.

8.1.6.3 *Méthode*

L'épaisseur du revêtement métallique sera mesurée à l'aide d'une méthode adaptée au type de revêtement et du support isolant, et telle qu'agréée par l'acheteur et le fabricant, de préférence une méthode reconnue internationalement, par exemple une méthode de l'ISO.

8.1.6.4 *Détails à spécifier*

- a) méthode à utiliser;
- b) exigences;
- c) tout écart par rapport à la méthode d'essai normale.

8.2 *Essai 14a: Soudabilité*

8.2.1 *Objet*

Evaluer la soudabilité des cartes et des trous métallisés.

L'essai est effectué sur des cartes imprimées en l'état de livraison.

Les conditions de vieillissement accéléré recommandées ont pour but de fournir des renseignements sur l'influence du stockage sur les propriétés de soudabilité des cartes imprimées.

Si les cartes imprimées sont livrées dans des paquets scellés, le vieillissement accéléré doit être effectué sans ouvrir les paquets.

Le but n'est pas de prouver si un dessin spécifique de carte peut être soudé.

The electrogram produced on the nioxime paper is exposed to ammonia vapour and then allowed to dry. The presence of any defect in the plated coating is revealed by a corresponding purple-red stain on the paper. When plated on copper, nickel undercoat defects are revealed as brownish green stains.

The specimen shall then be visually examined using Test 1b.

8.1.5.4 *Details to be specified*

- a) requirements;
- b) any deviation from the standard test method.

8.1.6 *Test 13f: Thickness of plating*

8.1.6.1 *Object*

To determine the thickness of plating at a number of specified points of a conductive pattern.

8.1.6.2 *Specimen*

The measurement shall be made on a conductive pattern having additional platings.

8.1.6.3 *Method*

The thickness of plating shall be measured by a method suitable for the type of plating and base, and as agreed between purchaser and vendor, preferably by an internationally accepted method, for instance an ISO method.

8.1.6.4 *Details to be specified*

- a) method to be used;
- b) requirements;
- c) any deviation from the standard test method.

8.2 *Test 14a: Solderability*

8.2.1 *Object*

To assess the solderability of printed boards and of plated-through holes.

The test is carried out on printed boards as received from the supplier.

The accelerated ageing conditions recommended are intended to give an indication of the effects of storage on the solderability properties of printed boards.

If the boards are delivered in a sealed package, the accelerated ageing shall be performed on the unopened package.

It is not the intention to prove if a specific design of board will solder.

8.2.2 Epreuve

L'éprouvette, déterminée par la spécification particulière, sera découpée dans une carte de production, une éprouvette détachable ou une éprouvette composée à découper suivant l'essai Tc: Soudabilité des cartes imprimées et des stratifiés plaqués, de la CEI 68-2-20.

8.2.3 Méthode

L'essai sera effectué selon la CEI 68-2-20, avec les spécifications supplémentaires suivantes:

Flux

L'acheteur et le vendeur doivent se mettre d'accord sur le choix de l'un ou l'autre des flux suivants qui doit être utilisé:

- a) flux non activé, comme spécifié au paragraphe 6.6.1 de la CEI 68-2-20;
- b) flux activé (0,2%), comme spécifié au paragraphe 6.6.2 de la CEI 68-2-20.

Vieillessement accéléré

De préférence: L'éprouvette est soumise pendant 10 jours à l'essai Ca de la CEI 68-2-3.

En variante 1: Essai Db de la CEI 68-2-30, durant 10 cycles (par dérogation au nombre de cycles spécifié dans la CEI 68-2-30) de 24 h chacun, à la température de 55 °C, en cas d'accord entre l'acheteur et le vendeur.

En variante 2: Paragraphe 9.4: Essai 20a, en cas d'accord entre l'acheteur et le vendeur.

Lorsque l'éprouvette a été retirée de la chambre d'essai après l'essai de vieillissement accéléré, elle est séchée suivant accord entre l'acheteur et le vendeur. L'éprouvette est ensuite nettoyée, séchée, fluxée et soumise à l'essai 14a.

Température de soudure

La température de la soudure doit être de 235^{+5}_0 °C.

Nettoyage de l'éprouvette

Les éprouvettes doivent être traitées avec soin afin de minimiser l'oxydation et la contamination des surfaces à essayer.

a) Cartes imprimées non protégées par un dépôt électrolytique

Les éprouvettes doivent être dégraissées par immersion dans un solvant organique neutre à la température ambiante, séchées, immergées pendant 15 s dans une solution de HCl (une partie de HCl de masse volumique 1,180 g/cm³ et quatre parties d'eau en volume), rincées dans de l'eau désionisée et séchées à l'air chaud.

8.2.2 Specimen

The specimen specified by the relevant specification shall be cut from a production board, a test coupon or a composite test coupon in accordance with Test Tc: Solderability of printed boards and metal-clad laminates, of IEC 68-2-20.

8.2.3 Method

The test shall be carried out in accordance with IEC 68-2-20, with the following supplementary specifications.

Flux

It shall be agreed between purchaser and vendor which of the two following alternative fluxes shall be used:

- a) non-activated flux as specified in Sub-clause 6.6.1 of IEC 68-2-20;
- b) activated flux (0,2%), as specified in Sub-clause 6.6.2 of IEC 68-2-20.

Accelerated ageing

Preferred: The specimen shall be subjected to test in accordance with Test Ca of IEC 68-2-3, for 10 days.

Alternative 1: Test Db of IEC 68-2-30, for 10 cycles (notwithstanding the number of cycles specified in IEC 68-2-30) of 24 h each at the temperature of 55 °C, if agreed between purchaser and vendor.

Alternative 2: Sub-clause 9.4: Test 20a, if agreed between purchaser and vendor.

When the specimen has been removed from the test chamber after the accelerated ageing it shall be dried as agreed between purchaser and vendor. The specimen shall then be cleaned, dried, fluxed and tested in accordance with Test 14a.

Solder temperature

The temperature of the solder shall be 235^{+5}_0 °C.

Cleaning of the specimen

Care must be taken when handling the specimen to minimize oxidation and contamination of the surfaces to be tested.

a) Printed boards not protected by a plated deposit

The specimen 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 1,180 g/cm³ and four parts water by volume), then rinsed in de-ionized water and dried in hot air.

- b) *Cartes imprimées avec conducteurs et trous protégés par un dépôt électrolytique*

L'éprouvette est dégraissée par immersion pendant 1 min dans un solvant organique neutre et séchée à l'air chaud.

- c) *Cartes imprimées protégées par un flux de laque ne devant pas être enlevé avant soudage*

Aucune méthode de nettoyage ne sera appliquée.

Inspection finale

En plus de l'évaluation de la soudabilité, selon le paragraphe 6.9 de la CEI 68-2-20, l'éprouvette doit être examinée visuellement selon la méthode de grossissement 10 x de l'essai 1b.

Voir la figure 5, pour illustration de surfaces soudées.

8.2.4 Détails à spécifier

- a) éprouvette à contrôler;
- b) flux à employer;
- c) vieillissement accéléré, si applicable;
- d) temps de mouillage et de démouillage;
- e) exigences pour l'examen visuel;
- f) tout écart par rapport à la méthode d'essai normale.

8.3 Décollement interlaminaire et coupe micrographique

8.3.1 Essai 15a: Décollement interlaminaire, choc thermique

8.3.1.1 Objet

Déterminer qu'un procédé de fabrication correct et un matériau adéquat ont été utilisés en vérifiant que la carte imprimée résiste à un choc thermique spécifié sans montrer de décollement interlaminaire.

8.3.1.2 Eprouvette

L'essai doit être effectué sur une carte de production, une éprouvette détachable ou une partie déterminée d'une éprouvette composée à découper.

8.3.1.3 Méthode

L'éprouvette sera préconditionnée selon l'essai 18b.

Après reprise, on appliquera un choc thermique, essai 19c, pendant une période spécifiée par la spécification particulière.

L'éprouvette sera alors examinée visuellement par l'emploi de la méthode d'essai 1a, grossissement 3 x.

- b) Printed boards having conductors and holes protected by a plated deposit*

The specimen shall be degreased by immersion in a neutral organic solvent for 1 min and dried in hot air.

- c) Printed boards protected by a flux lacquer not intended to be removed prior to soldering*

No cleaning procedure shall be applied.

Final examination

In addition to the evaluation of solderability in accordance with Sub-clause 6.9 of IEC 68-2-20, the specimen shall be visually examined using the x 10 magnification method Test 1b.

For illustration of soldered surfaces, see Figure 5,

8.2.4 Details to be specified

- a) specimen to be tested;*
- b) flux to be used;*
- c) accelerated ageing, if applicable;*
- d) wetting and dewetting times;*
- e) requirements for the visual examination;*
- f) any deviation from the standard test method.*

8.3 Delamination and microsection

8.3.1 Test 15a: Delamination, thermal shock

8.3.1.1 Object

To determine that correct processing and suitable materials have been used by proving the ability of a printed board to withstand a specified thermal shock without evidence of delamination.

8.3.1.2 Specimen

The test shall be carried out on a production board, a test coupon or a specified part of a composite test coupon.

8.3.1.3 Method

The specimen shall be preconditioned in accordance with Test 18b.

After recovery, a thermal shock Test 19c shall be applied for a time as specified in the relevant specification.

The specimen shall then be visually examined using the x 3 magnification method Test 1a.

Si la présence de décollement interlaminaire interne doit être contrôlée, on procédera à une coupe métallographique de l'éprouvette qui sera alors examinée visuellement par l'emploi de la méthode d'essai 1c, grossissement 250 x.

8.3.1.4 *Détails à spécifier*

- a) durée de préconditionnement;
- b) coupe métallographique, si requise;
- c) exigences;
- d) tout écart par rapport à la méthode d'essai normale.

8.3.2 *Essai 15b: Coupe micrographique*

8.3.2.1 *Objet*

Déterminer les caractéristiques internes des trous métallisés, des impressions conductrices et des matériaux de base d'une carte imprimée par réalisation d'une coupe micrographique suivie d'un examen visuel et dimensionnel. La méthode est limitée par les techniques de préparation des échantillons et les possibilités des microscopes; elle ne peut donc être appliquée à la mesure de dépôts électrolytiques très minces ($\leq 0,5 \mu\text{m}$).

8.3.2.2 *Eprouvette*

L'essai est pratiqué sur des parties de pièces spécifiées et découpées dans une carte de production, dans une éprouvette ou dans une éprouvette composée.

Lorsqu'on fait des essais sur des cartes de production, les éprouvettes sont prélevées de préférence au centre de la pièce et sur les bords. De plus, s'il s'agit de cartes imprimées multicouches, le prélèvement est fait de préférence de façon que l'alignement des couches puisse être vérifié dans les deux directions (en longueur et en largeur) de la carte.

8.3.2.3 *Méthode*

8.3.2.3.1 *Préparation de l'éprouvette*

L'éprouvette sera découpée avec grand soin pour éviter tout dommage dans la zone à contrôler.

On ne fera pas d'examen à moins de 2 mm des bords de l'éprouvette.

Si l'on découpe l'éprouvette par poinçonnage, le poinçon aura une dépouille suffisante pour éviter toute déformation de l'éprouvette.

Si l'on veut contrôler des dépôts électrolytiques mous et/ou fins (par exemple: or, étain ou étain-plomb), il peut être nécessaire de les protéger avec un revêtement électrolytique plus dur avant de procéder à l'enrobage.

If internal delamination is to be checked, the specimen shall be microsectioned and shall then be visually examined using the x 250 magnification method Test 1c.

8.3.1.4 *Details to be specified*

- a) pre-conditioning time;
- b) microsectioning, if required;
- c) requirements;
- d) any deviation from the standard test method.

8.3.2 *Test 15b: Microsection*

8.3.2.1 *Object*

To determine internal conditions of plated-through holes, conductive patterns and base materials of a printed board by microsectioning and subsequent visual/dimensional examination. The method is limited by sample preparation techniques, or microscope capability, and may not be applicable for measuring very thin plating thicknesses ($\leq 0,5 \mu\text{m}$).

8.3.2.2 *Specimen*

The test shall be carried out on specified parts of a production board, of a test coupon, or of a composite test coupon.

Where production boards are to be tested, the specimens should preferably be taken from central and from edge areas. In addition, specimens from multilayer printed boards should preferably be taken so that registration can be checked in both directions (lengthwise and crosswise) of the multilayer printed board.

8.3.2.3 *Method*

8.3.2.3.1 *Preparation of the specimen*

The specimen shall be cut out with great care to avoid any damage of the area to be tested.

A zone of 2 mm from the edges of the specimen shall be excluded from examination.

When punching the specimen, the punch shall have sufficient relief to avoid deformation of the specimen.

In case of soft and/or thin platings, for example gold, tin, or tin-lead, an overplate with a harder plating of the specimen prior to encapsulation may be necessary.

Si l'on veut examiner des revêtements organiques, ils peuvent être protégés de la même façon; il peut aussi être nécessaire de les enrober avec un matériau pigmenté qui donne une couleur contrastant avec le revêtement à examiner.

Note. - Si plusieurs éprouvettes sont enrobées ensemble, chaque éprouvette doit être clairement identifiée.

L'éprouvette sera enrobée soigneusement en utilisant un produit d'enrobage adéquat. Le produit et le procédé d'enrobage ne devront pas endommager l'éprouvette, par exemple faire gonfler des couches organiques à mesurer dimensionnellement par la suite, etc.

Il ne devra pas y avoir de manques entre le produit d'enrobage et une couche quelconque dans la zone où l'épaisseur des couches doit être mesurée. Les bulles d'air pourront être éliminées par brassage, agitation manuelle ou dégazage sous dépression selon les matériaux utilisés.

L'éprouvette sera alors soigneusement abrassée et polie. Aucune rayure restante ne devra gêner les examens visuels et/ou dimensionnels utilisant la méthode et le grossissement prescrits pour le microscope. Si l'on doit mesurer des dimensions (par exemple, l'épaisseur d'une couche), il ne doit pas y avoir de rayures de largeur excédant $0,5\ \mu\text{m}$ ou 1% de la dimension à mesurer (la plus grande de ces deux valeurs), à proximité de la zone à mesurer.

Lors du contrôle des coupes perpendiculaires au plan de la carte imprimée, le plan poli de la coupe micrographique doit être entre 85° et 95° du plan de la carte imprimée. Si l'on mesure l'épaisseur des parois de trous métallisés, le diamètre du trou apparaissant dans la coupe micrographique doit être au moins égal à 90% du diamètre réel du trou mesuré avant la préparation de la coupe micrographique.

Après polissage et avant l'examen visuel et/ou dimensionnel, l'éprouvette sera gravée légèrement de façon à définir franchement les limites des couches électrolytiques. La solution d'attaque chimique à utiliser dépend des caractéristiques que l'on veut contrôler. Si nécessaire, une solution d'attaque particulière sera spécifiée.

Note. - Il peut être nécessaire d'examiner certaines des caractéristiques avant l'attaque chimique (voir 8.3.2.3.3).

8.3.2.3.2 Méthode d'examen

Sauf spécification contraire dans la spécification particulière pour la carte imprimée particulière soumise à l'essai, l'éprouvette sera examinée visuellement avec un microscope adéquat.

On utilisera les grossissements suivants:

- 3.2.1 - environ 100 x linéaire
- 3.2.2 - environ 250 x linéaire
- 3.2.3 - environ 500 x linéaire
- 3.2.4 - environ 1 000 x linéaire

Le grossissement sera choisi en fonction des caractéristiques à examiner. Si l'on doit faire des mesures, un système de mesure calibré sera incorporé.

When organic coatings are to be examined, they may be overplated or may require a pigmented potting material giving a colour contrast with the coating to be examined.

Note.- If several specimens are potted together, each specimen shall be clearly identified.

The specimen shall be carefully potted using a suitable potting material. The potting material and the procedure shall have no detrimental effect on the specimen, for example no swelling of organic layers to be measured dimensionally, etc.

There shall be no voids between the potting material and any layer in the area where thickness of the layer is to be measured. Air bubbles may be eliminated by stirring, manual agitation, or vacuum degassing, depending on the materials used.

The specimen shall then be carefully ground and polished. Any remaining scratches shall not interfere with the visual and/or dimensional examination using the prescribed microscopical method and magnification. Where dimensions are to be measured (for example thickness of a layer), there shall be no scratches wider than $0,5\text{ }\mu\text{m}$ or 1% of the dimension to be measured whichever is greater, within the boundaries of the area to be measured.

Where cross-sections vertical to the plane of the printed board are to be inspected, the polished plane of the microsection shall be within 85° to 95° to the plane of the printed board. Where wall thicknesses of plated-through holes are to be measured, the hole diameter appearing in the cross-section shall be not less than 90% of the actual hole diameter as measured prior to preparing the microsection.

After polishing and prior to visual and/or dimensional examination, the specimen shall be etched in such a way that plating boundaries are sharply defined. The etching solution to be used depends on the characteristic to be inspected. If necessary, a particular etching solution shall be specified.

Note.- It may be necessary to examine some of the characteristics prior to etching (see 8.3.2.3.3).

8.3.2.3.2 Examination method

Unless otherwise specified in the relevant specification for the particular printed board under test, the specimen shall be visually examined using a suitable microscope.

The following magnifications shall be applied:

- 3.2.1 - approx. 100 x linear
- 3.2.2 - approx. 250 x linear
- 3.2.3 - approx. 500 x linear
- 3.2.4 - approx. 1 000 x linear

The magnification shall be chosen so as to be suitable for the characteristics to be examined. Where dimensions are to be measured, a calibrated measuring system shall be incorporated.

Si l'on mesure des dimensions, les deux limites du détail à mesurer devront se trouver simultanément dans le champ du microscope. Si l'on mesure des épaisseurs de dépôts électrolytiques, les nodules, les manques et les fissures ne doivent pas être inclus.

Note. - La norme ISO 1463 et ses annexes A et B seront utilisées comme guide pour les coupes micrographiques.

8.3.2.3.3 *Caractéristiques à examiner*

Comme spécifié dans la spécification particulière, un ou plusieurs détails et caractéristiques suivants seront examinés:

- a) - épaisseur du conducteur et du dépôt électrolytique, et de la feuille de cuivre des stratifiés cuivrés;
 - manques et fissures dans le dépôt électrolytique;
 - fissures dans la feuille de cuivre du stratifié cuivré;
 - bavures et nodules;
 - qualité du perçage (par exemple, coulée de résine, extrémités en tête de clou des couches internes, etc);
 - sous-gravure et surplomb métallique;
 - liaison entre la paroi des trous métallisés et les conducteurs des couches internes;
 - décollement entre dépôts électrolytiques;
- b) - épaisseur des couches organiques (y compris les matériaux de base);
 - manques dans les couches organiques (y compris les matériaux de base);
 - gravure en retrait du stratifié;
 - excroissance des fibres de verre;
 - décollement interlaminaire;
- c) - alignement entre couches;
 - alignement entre les impressions conductrices et les trous;
 - largeur annulaire des pastilles.

La spécification particulière peut demander l'examen de la liaison entre la paroi des trous métallisés et les conducteurs des couches internes avant l'attaque chimique.

8.3.2.4 *Détails à spécifier*

- a) les parties de la carte imprimée à couper;
- b) la solution d'attaque chimique particulière, si nécessaire;
- c) les caractéristiques et détails à examiner (avec le grossissement à utiliser);
- d) les examens à faire avant l'attaque chimique, si demandé;
- e) les exigences à satisfaire;
- f) tout écart par rapport à la méthode d'essai normale.

When measuring dimensions, both boundaries of the detail to be measured shall simultaneously be in focus. When plating thicknesses are measured, nodules, voids, and cracks shall not be included.

Note.— ISO Standard 1463 and its Annexes A and B should be used as guidance document for microsections.

8.3.2.3.3 *Characteristics to be examined*

As specified in the relevant specification, one or more of the following characteristics and details shall be examined:

- a) - thickness of the conductor and plating, and of the copper foil of the laminates;
 - voids and cracks in the plating;
 - cracks in the copper foil of the laminates;
 - burrs and nodules;
 - drilling quality (for example, resin smear nailheading on internal layers, etc);
 - undercut and overhang;
 - interface of the wall of plated-through holes and the conductor on inner layers;
 - separation of plating;
- b) - thickness of organic layers (including base materials);
 - voids in organic layers (including base materials);
 - etchback;
 - glass fiber protrusion;
 - delamination;
- c) - registration between layers;
 - registration between conductor and hole patterns;
 - annular width.

The relevant specification may require examination of interface of the wall of plated-through holes and the conductors on inner layers prior to etching.

8.3.2.4 *Details to be specified*

- a) parts of the printed board to be microsectioned;
- b) special etching solution, if necessary;
- c) characteristics and details to be examined (including magnification to be used);
- d) examination prior to etching, if required;
- e) requirements to be fulfilled;
- f) any deviation from the standard test method.

8.4 *Essai 16: Inflammabilité*

Les essais décrits ci-dessous sont des essais de laboratoire utilisant des sources d'inflammation de faible énergie et aucun des résultats ne permet de prévoir le comportement réel d'une carte imprimée dans un feu de quelque importance que ce soit.

Dans quelques cas, une carte imprimée doit être soumise à plusieurs essais pour rechercher l'effet causé par des sources différentes d'inflammation.

L'essai 16a figure dans les éditions précédentes des CEI 249 et 326. Il est retenu comme référence dans d'autres publications et spécifications existantes. Le paragraphe 9.3 de la CEI 326-3 doit être consulté pour en connaître les limites.

Pour les directives concernant les essais d'inflammabilité, consulter la CEI 326-3.

8.4.1 *Essai 16a: Cartes imprimées rigides après enlèvement du métal*

8.4.1.1 *Objet*

Etablir les caractéristiques d'inflammabilité d'une carte imprimée.

8.4.1.2 *Eprouvette*

L'essai doit être effectué sur une carte de production, une éprouvette détachable ou des zones spécifiées d'une éprouvette composée à découper.

8.4.1.3 *Méthode*

L'essai doit être effectué selon le paragraphe 4.3.3 de la CEI 249-1.

8.4.1.4 *Détails à spécifier*

- a) partie de la carte imprimée à contrôler;
- b) durée de combustion maximale;
- c) tout écart par rapport à la méthode d'essai normale.

8.4.2 *Essai 16b: Essai au fil incandescent sur cartes imprimées rigides*

8.4.2.1 *Objet*

Déterminer l'inflammabilité d'une carte imprimée exposée à l'action d'un fil incandescent dans des conditions spécifiées.

La source d'inflammation utilisée a une intensité du même ordre que celle d'un composant électronique isolé, accidentellement surchauffé ou incandescent.

8.4 Test 16: Flammability

The tests which follow are laboratory tests using low energy sources of ignition and none of the results attempt to predict the actual behaviour of the printed board in any larger scale fire.

In some cases a printed board shall be subjected to several tests in order to investigate the effect of different ignition sources.

Test 16a is identical to the test contained in former editions of IEC 249 and 326. It is retained for reference in other existing publications and specifications. Regarding its limitations, Sub-clause 9.3 of IEC 326-3 should be consulted.

For guidance on flammability testing see IEC 326-3.

8.4.1 Test 16a: Rigid printed boards, metal removed

8.4.1.1 Object

To assess the flammability characteristics of a printed board.

8.4.1.2 Specimen

The test shall be carried out on a production board, a test coupon or specified parts of a composite test coupon.

8.4.1.3 Method

The test shall be carried out in accordance with Sub-clause 4.3.3 of IEC 249-1.

8.4.1.4 Details to be specified

- a) part of the printed board to be tested;
- b) maximum burning duration;
- c) any deviation from the standard test method.

8.4.2 Test 16b: Glow-wire test, rigid printed boards

8.4.2.1 Object

To determine the flammability of a printed board when exposed to a glowing wire under specified conditions.

The intensity of the ignition source used is of a similar order to that of an accidentally overheated or glowing single electronic component.

8.4.2.2 Epreuve

L'essai est effectué sur des cartes de production, ou sur des cartes d'essai pourvu qu'elles soient représentatives des cartes de production, en tenant compte en particulier du matériau de base, du type de cartes, de leur taille*, de leur implantation, de leur surface, de l'épaisseur et de la distribution du métal.

Sauf spécification contraire, cinq cartes imprimées doivent être essayées.

8.4.2.3 Méthode

L'essai doit être effectué selon la CEI 695-2-1.

Une plaquette de bois recouverte d'une couche unique de papier mousseline est placée sous l'éprouvette à essayer, selon la CEI 695-2-1.

Sauf spécification contraire imposée par la spécification particulière, la surface de l'éprouvette à essayer est maintenue verticale durant l'essai.

Préconditionnement

Sauf spécification contraire, les éprouvettes sont préconditionnées durant 24 h à 125 ± 2 °C dans une étuve à circulation d'air. Puis elles sont refroidies durant 4 h à la température ambiante dans un dessiccateur contenant du chlorure de calcium anhydre.

Sévérité

La spécification particulière doit spécifier la sévérité à utiliser.

De préférence, une des températures suivantes, données dans la CEI 695-2-1 doit être prescrite:

Température d'essai préconisée °C	Tolérance °C
550	±10
650	±10
750	±10
850	±15
960	±15

Sauf indication contraire imposée par la spécification particulière, la durée d'application doit être de 30 ± 1 s.

* Des cartes d'essai de 150 mm x 150 mm sont en général assez grandes pour représenter des cartes de production plus grandes, mais des cartes de production plus petites peuvent être essayées à leur taille réelle.

8.4.2.2 Specimen

The test shall be carried out on production boards or on test boards, provided these are representative of the production boards, for example with respect to material, type, size*, design, area, thickness and distribution of metal.

Unless otherwise specified, five printed boards shall be tested.

8.4.2.3 Method

The test shall be carried out in accordance with IEC 695-2-1.

A wooden board covered with a single layer of tissue paper shall be placed underneath the specimen to be tested as described in IEC 695-2-1.

Unless otherwise specified by the relevant specification, the surface of the specimen to be tested shall be vertical during the test.

Pre-conditioning

Unless otherwise specified, the specimens shall be pre-conditioned for 24 h at 125 ± 2 °C in an air-circulating oven. The specimens shall then cool down in a desiccator over anhydrous calcium chloride for 4 h at room temperature.

Severity

The relevant specification shall specify the severity to be used.

Preferably, one of the following temperatures given in IEC 695-2-1 shall be prescribed:

Preferred test temperature °C	Tolerance °C
550	±10
650	±10
750	±10
850	±15
960	±15

Unless otherwise specified by the relevant specification, the duration of application shall be 30 ± 1 s.

* Test boards of 150 mm x 150 mm are normally large enough to represent larger production boards, but smaller production boards may have to be tested in their actual size.

8.4.2.4 *Détails à spécifier*

- a) nombre d'éprouvettes, si différent de cinq;
- b) position des éprouvettes, si autre que verticale;
- c) point d'application du fil incandescent;
- d) température de l'extrémité;
- e) durée de l'application, si différente de 30 s;
- f) exigences, si elles diffèrent de celles qui sont données dans la CEI 695-2-1.

8.4.3 *Essai 16c: Essai au brûleur-aiguille sur cartes imprimées rigides*

8.4.3.1 *Objet*

Déterminer l'inflammabilité d'une carte imprimée exposée à l'action d'une flamme sortant d'un brûleur-aiguille dans des conditions spécifiées.

La source d'inflammation utilisée a une intensité du même ordre que celle d'un composant électronique isolé, accidentellement surchauffé ou en train de brûler.

8.4.3.2 *Eprouvette*

L'essai est effectué sur des cartes de production, ou sur des cartes d'essai pourvu qu'elles soient représentatives des cartes de production, en tenant compte en particulier du matériau de base, du type de cartes, de leur taille*, de leur implantation, de leur surface, de l'épaisseur et de la distribution du métal.

Sauf spécification contraire, cinq cartes imprimées doivent être essayées.

8.4.3.3 *Méthode*

L'essai doit être effectué selon la CEI 695-2-2.

Une plaquette de bois recouverte d'une couche unique de papier mousseline est placée sous l'éprouvette à essayer, selon la CEI 695-2-2.

Préconditionnement

Sauf spécification contraire, les éprouvettes sont preconditionnées durant 24 h à 125 ± 2 °C dans une étuve à circulation d'air. Puis elles sont refroidies à la température ambiante dans un dessiccateur contenant du chlorure de calcium anhydre durant 4 h.

* Des cartes d'essai de 150 mm x 150 mm sont en général assez grandes pour représenter des cartes de production plus grandes, mais des cartes de production plus petites peuvent être essayées à leur taille réelle.

8.4.2.4 *Details to be specified*

- a) number of specimens, if other than five;
- b) position of specimens, if other than vertical;
- c) point of application of the glow wire;
- d) temperature of the tip;
- e) duration of application, if other than 30 s;
- f) requirements, if other than those given in IEC 695-2-1.

8.4.3 *Test 16c: Needle-flame test, rigid printed boards*

8.4.3.1 *Object*

To determine the flammability of a printed board when exposed to a needle flame under specified conditions.

The intensity of the ignition source used is of a similar order to that of an accidentally overheated or burning single electronic component.

8.4.3.2 *Specimen*

The test shall be carried out on production boards or on test boards provided these are representative of the production boards, for example with respect to material, type, size*, design, and area, thickness and distribution of metal.

Unless otherwise specified, five printed boards shall be tested.

8.4.3.3 *Method*

The test shall be carried out in accordance with IEC 695-2-2.

A wooden board covered with a single layer of tissue paper shall be placed underneath the specimen to be tested as described in IEC 695-2-2.

Pre-conditioning

Unless otherwise specified, the specimens shall be pre-conditioned for 24 h at 125 ± 2 °C in an air-circulating oven. The specimens shall then cool down in a desiccator over anhydrous calcium chloride for 4 h at room temperature.

* Test boards of 150 mm x 150 mm are normally large enough to represent larger production boards, but smaller production boards may have to be tested in their actual size.

Position de l'éprouvette

La spécification particulière doit spécifier la position de l'éprouvette et le point d'application de la flamme (surface, tranche).

Le brûleur est monté avec un angle de 45 °C environ de façon que les gouttes tombant de l'éprouvette puissent tomber librement sur la surface sous-jacente.

Comme indiqué dans la spécification particulière, la surface et/ou une tranche de l'éprouvette doivent être essayées. Si l'on applique la flamme sur une surface, le point d'application de la flamme ne doit pas être à moins de 10 mm du bord le plus proche, si possible, pour éviter tout effet de bord.

Dans le cas de l'application sur une tranche, la flamme ne doit pas être appliquée, si possible, à moins de 10 mm d'un coin.

L'éprouvette à essayer doit être dans la position imposée par la spécification particulière, de préférence dans la position normale d'utilisation. Des exemples sont donnés à la figure 6.

Si la position d'utilisation est inconnue ou variable, les éprouvettes doivent être essayées comme suit:

- Application sur les tranches: le côté bas est horizontal et l'éprouvette verticale. La flamme est appliquée sur le côté bas (voir figure 6c).
- Application sur une surface: le côté bas est horizontal et l'éprouvette inclinée à 80° environ. La flamme est appliquée sur le côté bas de l'éprouvette (voir figure 6).

Le brûleur est allumé à distance de l'éprouvette et on ajuste la hauteur de la flamme à 12 ± 2 mm. Le brûleur est alors mis en position d'essai, comme décrit ci-dessus, de façon que l'éprouvette entre dans la flamme sur 2 mm environ. Une distance verticale de 8 mm à 10 mm entre l'extrémité du brûleur et la surface de la tranche à essayer donne de bons résultats; mais dans le cas d'une application sur une surface verticale, il est nécessaire de maintenir une distance horizontale de 5 mm.

Sévérité

La spécification particulière doit spécifier la sévérité à utiliser.

De préférence, l'une des durées d'application suivantes de l'essai à la flamme de la CEI 695-2-2 doit être prescrite:

5 s - 10 s - 20 s - 30 s - 60 s - 120 s

Position of the specimen

The relevant specification shall specify the position of the specimen and the point of application of the flame (surface, edge).

The burner shall be mounted at an angle of about 45 °C so that any drops from the test specimen can fall freely on the underlying layer.

As specified by the relevant specification, a surface and/or an edge of the specimen shall be tested. Where surface application is used, the point of application of the flame shall be not less than 10 mm from the nearest edge, if possible, to avoid any edge effect.

In the case of edge application, the flame shall be applied not less than 10 mm from the nearest corner, if possible.

The specimen to be tested shall be in a position specified by the relevant specification, preferably in the normal operating position. Examples are shown in Figure 6.

If the operating position is unknown or variable, the specimens shall be tested in a position as follows:

- Edge application: The lower edge shall be horizontal and the specimen shall be vertical. The flame shall be applied to the lower edge (see Figure 6c).
- Surface application: The lower edge shall be horizontal and the specimen shall be inclined approximately 80°. The flame shall be applied to the lower side of the specimen (see Figure 6).

The burner is lit away from the specimen and the height of the flame is adjusted to 12 ± 2 mm. The burner is then brought into the test position as described above so that the specimen penetrates the flame by approximately 2 mm. A vertical distance of 8 mm to 10 mm between the tip of the burner and the surface/edge to be tested is adequate for this purpose but in the case of application to a vertical surface a horizontal distance of approximately 5 mm is necessary.

Severity

The relevant specification shall specify the severity to be used.

Preferably, one of the following durations of application of the test flame given in IEC 695-2-2 shall be prescribed:

5 s - 10 s - 20 s - 30 s - 60 s - 120 s

8.4.3.4 Détails à spécifier

- a) nombre d'éprouvettes, si différent de cinq;
- b) position des éprouvettes;
- c) point d'application de la flamme d'essai;
- d) durée de l'application de la flamme d'essai;
- e) exigences, si elles diffèrent de celles qui sont données dans la CEI 695-2-2.

8.5 Essai 17a: Résistance aux solvants et aux flux

8.5.1 Objet

Evaluer, pour les marquages, pour les couches de réserve de soudure et pour les enrobages isolants exécutés sur des cartes imprimées, la résistance à l'application de solvants déterminés, ou de flux avant et/ou après une opération de soudage spécifiée.

Note.- Cet essai n'est pas applicable aux marquages, aux couches de réserve de soudure et aux enrobages isolants sur impressions conductrices recouvertes d'étain ou d'étain-plomb quand on utilise le préconditionnement par l'essai 19b.

8.5.2 Epreuve

L'éprouvette aura une forme rectangulaire et portera des marquages et/ou enrobages tels qu'ils soient couverts par le tampon de feutre.

8.5.3 Méthode

Préconditionnement

L'éprouvette sera préconditionnée selon l'essai 18a avant et/ou après soudage. On effectue ensuite, si cela est exigé, une opération de soudage selon l'essai 19c. Le temps de flottement sera de 5^{+1}_0 s.

Les écarts suivants sont appliqués à la méthode normale: l'éprouvette doit être fluxée comme indiqué dans la spécification particulière; le procédé de nettoyage préconisé dans l'essai 19c ne sera pas effectué.

Solvants

L'essai doit être effectué avec un mélange azéotropique de 4% (en masse) d'éthanol ou d'isopropanol et 96% (en masse) de trichlorotrifluoréthane.

Si des essais avec d'autres solvants sont exigés, ils doivent faire l'objet d'un accord entre acheteur et vendeur.

Les solvants typiques sont: l'alcool éthylique, l'isopropanol, le toluène, 1,1,1 trichloréthane, le trichloréthylène, le méthyle éthyle cétone et l'eau chaude.

8.4.3.4 Details to be specified

- a) number of specimens, if other than five;
- b) position of specimens;
- c) point of application of the test flame;
- d) duration of application of the test flame;
- e) requirements, if other than those given in IEC Publication 695-2-2.

8.5 Test 17a: Solvent and flux resistance

8.5.1 Object

To assess the ability of markings, solder resist layers and insulating coatings on a printed board to withstand the application of specified solvents or fluxes before and/or after a specified soldering operation.

Note. - Not applicable to markings, solder resist layers and insulating coatings on conductive patterns covered with tin or tin-lead, when pre-conditioning by Test 19b is used.

8.5.2 Specimen

The test specimen shall be of rectangular shape and shall bear markings and/or coatings suitable to be covered by the felt pad.

8.5.3 Method

Pre-conditioning

The specimen shall be pre-conditioned using Test 18a before and/or after soldering. If required, a soldering operation in accordance with Test 19c shall be performed. The floating time shall be 5^{+1}_0 s.

The following deviations from the standard method shall apply: the specimen shall be fluxed as specified in the relevant specification; the cleaning process as specified under Test 19c shall be omitted.

Solvents

The test shall be carried out with an azeotropic mixture of 4% by weight of either ethanol or isopropanol and 96% by weight of trichlorotrifluoroethane.

If tests with other solvents are required, they shall be agreed upon between purchaser and vendor.

Typical solvents are: ethyl alcohol, isopropanol, toluene, 1,1,1 trichlorethane, trichlorethylene, methyl ethyl ketone and hot water.

Généralités

Sauf indications contraires, l'essai doit être effectué dans les conditions atmosphériques normales et le solvant se trouvant à la température ambiante.

L'essai doit être effectué en frottant la surface à contrôler, d'une manière déterminée, au moyen d'un tampon de feutre tandis que l'éprouvette est recouverte de solvant.

L'échantillon doit être attaché dans une cuvette de telle manière que l'on évite tous ses mouvements pendant l'essai. Le solvant contenu dans la cuvette doit couvrir complètement la surface de l'éprouvette. Le frottement doit commencer immédiatement après que le solvant a été versé sur l'éprouvette.

Le frottement doit être exécuté par un mouvement alternatif d'une course approximative de 50 mm à la fréquence d'une course/seconde environ.

Des cycles de 25 courses doivent être effectués.

Trois éprouvettes doivent être essayées pour chaque solvant.

Le tampon doit être neuf pour chaque solvant utilisé, ou nettoyé et séché très soigneusement après chaque usage et avant son réemploi avec un autre solvant.

Méthode manuelle

L'éprouvette doit être frottée au moyen d'un tampon de feutre auquel on applique une faible pression d'environ $0,5 \text{ N/cm}^2$. Le tampon de feutre aura une teneur minimale de laine de 85%, une épaisseur approximative de 6 mm à 7 mm et une surface d'au moins $6,5 \text{ cm}^2$.

A la fin de l'essai, le solvant doit être enlevé et l'éprouvette examinée visuellement, sans grossissement, essai 1.

Méthode d'arbitrage

En cas de désaccord entre acheteur et vendeur, l'essai doit être effectué au moyen d'un appareillage équivalent à celui indiqué à la figure 7. La machine se compose essentiellement d'un moteur à cylindre à air donnant une action constante, à mouvement alternatif.

Le mécanisme doit être construit de telle sorte qu'il maintienne la surface du tampon de feutre parallèle à la surface de l'éprouvette; la pression doit avoir partout la même valeur. Le feutre à utiliser pour le tampon doit être du type roulé, avoir une masse de 180 g/m^2 pour chaque millimètre d'épaisseur; teneur minimale de laine 85%, charge de rupture 70 N/cm^2 . La surface du tampon de feutre doit être d'au moins $6,5 \text{ cm}^2$ et la pression de surface sur l'échantillon doit être de $0,5 \text{ N/cm}^2$. L'épaisseur du tampon de feutre doit être approximativement de 6 mm à 7 mm.

A la fin de l'essai, le solvant doit être enlevé et l'éprouvette examinée visuellement, selon l'essai 1a.

General

Unless otherwise specified, the test shall be carried out under standard atmospheric conditions and with the solvent being at ambient temperature.

The test shall be carried out by rubbing the surface to be tested in a specified manner with a felt pad while the specimen is covered with the solvent.

The specimen shall be secured in a pan in such a way as to prevent any movement during the test. The solvent in the pan shall completely cover the surface of the specimen. The rubbing shall begin immediately after the solvent has been poured over the specimen.

The rubbing shall be performed with a reciprocating motion with a stroke of approximately 50 mm and a frequency of approximately one stroke per second.

Twenty-five stroke cycles shall be carried out.

Three specimens shall be tested for each solvent used.

The pad shall be fresh for each solvent, or thoroughly cleaned and dried after each use, before re-use with another solvent.

Hand method

The specimen shall be rubbed with a felt pad, applying a low pressure of approximately $0,5 \text{ N/cm}^2$. The felt pad shall have a wool content of 85% minimum, a thickness of approximately 6 mm to 7 mm and surface of at least $6,5 \text{ cm}^2$.

At the end of the test, the solvent shall be removed and the specimen shall be visually examined without magnification, Test 1.

Referee method

In case of dispute between purchaser and vendor, the test shall be carried out with a testing apparatus equivalent to that shown in Figure 7. The apparatus consists essentially of a constant action reciprocating air cylinder motor.

The reciprocating mechanism shall be of such construction as to maintain the surface of the felt pad parallel to the surface of the specimen; the surface pressure shall have the same value everywhere. The felt to be used for the pad shall be of a roll felt type, have a mass of 180 g/m^2 for every millimetre of thickness; 85% minimum wool content, 70 N/cm^2 tensile strength. The surface of the felt pad shall be at least $6,5 \text{ cm}^2$ and the surface pressure on the specimen shall be $0,5 \text{ N/cm}^2$. The thickness of the felt pad shall be about 6 mm to 7 mm.

At the end of the test, the solvent shall be removed and the specimen shall be visually examined using Test 1a.

8.5.4 *Détails à spécifier*

- a) l'opération de soudage, si elle est exigée;
- b) le flux, si l'opération de soudage est exigée;
- c) le solvant, s'il n'est pas normalisé;
- d) les exigences pour l'examen visuel;
- e) tout écart par rapport à la méthode d'essai normale.

9. *Epreuves climatiques*

9.1 *Essai 18: Préconditionnement*

9.1.1 *Essai 18a: Préconditionnement, conditions atmosphériques normales*

9.1.1.1 *Objet*

Stabiliser les conditions thermiques et d'humidité d'une carte imprimée, à tel point que des résultats significatifs et reproductibles puissent être attendus, lorsqu'on effectue certains essais, par exemple la mesure de résistance d'isolement.

9.1.1.2 *Méthode*

L'éprouvette doit être stockée pendant 24 h, dans des conditions atmosphériques normales.

9.1.1.3 *Détails à spécifier*

- a) Tout écart par rapport à la méthode d'essai normale.

9.1.2 *Essai 18b: Préconditionnement, 125 °C*

9.1.2.1 *Objet*

Sécher l'éprouvette de telle manière que les résultats d'essai ne soient pas influencés par l'humidité du matériau.

9.1.2.2 *Méthode*

L'éprouvette doit être preconditionnée dans un four ventilé à 125 ± 5 °C pendant une période déterminée par la spécification particulière. L'éprouvette sera alors refroidie à une température inférieure à 35 °C sous conditions atmosphériques normales. En aucun cas, cependant, la période de refroidissement ne devra dépasser 8 h.

9.1.2.3 *Détails à spécifier*

- a) durée de preconditionnement;
- b) tout écart par rapport à la méthode d'essai normale.

8.5.4 Details to be specified

- a) soldering operation, if required;
- b) flux, if soldering operation is required;
- c) solvent, if not standard;
- d) requirements for visual examination;
- e) any deviation from the standard test method.

9. Environmental conditioning

9.1 Test 18: Pre-conditioning

9.1.1 Test 18a: Pre-conditioning, standard atmospheric conditions

9.1.1.1 Object

To stabilize the thermal and humidity conditions of a printed board to such an extent that significant and consistent results can be expected when carrying out certain tests, for example measurement of insulation resistance.

9.1.1.2 Method

The specimen shall be stored under standard atmospheric conditions for 24 h.

9.1.1.3 Details to be specified

- a) Any deviation from the standard test method.

9.1.2 Test 18b: Pre-conditioning, 125 °C

9.1.2.1 Object

To dry the specimen to such an extent that test results will not be influenced by moisture in the material.

9.1.2.2 Method

The specimen shall be pre-conditioned in an air-circulating oven at 125 ± 5 °C for a period as specified in the relevant specification. Then, the specimen shall cool down under standard atmospheric conditions until its temperature is less than 35 °C. In no case, however, shall the recovery time exceed 8 h.

9.1.2.3 Details to be specified

- a) pre-conditioning time;
- b) any deviation from the standard test method.

9.2 Essai 19: Choc thermique

9.2.1 Essai 19a: Choc thermique, immersion dans un bain d'huile

9.2.1.1 Objet

Appliquer un choc thermique au même moment à toutes les faces de l'éprouvette.

9.2.1.2 Méthode

On doit utiliser un bain de silicone bien agité ou de liquide équivalent et maintenu à 260^{+5}_0 °C pendant toute la durée de l'essai. La température doit être mesurée à 25 mm en dessous de la surface.

Note. - Un bain adéquat doit avoir une température d'auto-inflammabilité supérieure à 300 °C, une température de décomposition supérieure à 250 °C et une conduction de la chaleur et une résistance à l'oxydation comparable à celles d'un méthyle phényle polysiloxane.

L'éprouvette doit être placée en position horizontale, à une profondeur de 25 mm dans un support de capacité thermique si faible que la température du bain ne descend pas au-dessous de 260 °C. L'éprouvette doit être complètement immergée dans le bain pendant la période déterminée par la spécification particulière. Après retrait du bain, l'éprouvette doit être laissée à refroidir à une température comprise entre 15 °C et 35 °C.

Après refroidissement, l'éprouvette doit être plongée dans du 1,1,1 trichloréthane ou du trichloréthylène pendant quelques secondes, séchée à l'air pur, rincée dans l'alcool isopropylique pur et séchée une nouvelle fois à l'air pur soufflé.

9.2.1.3 Détails à spécifier

- a) durée de l'immersion;
- b) tout écart par rapport à la méthode d'essai normale.

9.2.2 Essai 19b: Choc thermique, immersion dans un bain de sable fluidifié

9.2.2.1 Objet

Appliquer un choc thermique, au même moment, à toutes les faces de l'éprouvette lorsque l'emploi d'un bain d'huile silicone n'est pas souhaitable.

9.2.2.2 Méthode

On doit utiliser un bain de sable fluidifié d'un modèle adéquat (par exemple comme représenté à la figure 8) et maintenu à 260^{+5}_0 °C pendant toute la durée de l'essai. La température doit être mesurée

9.2 Test 19: Thermal shock

9.2.1 Test 19a: Thermal shock, immersion, oil bath

9.2.1.1 Object

To apply a thermal shock to all sides of the specimen simultaneously.

9.2.1.2 Method

A bath of well-stirred silicon or equivalent fluid, kept at 260^{+5}_0 °C throughout the test, shall be used. The temperature shall be measured at 25 mm below the surface.

Note.- A suitable fluid shall have a self-ignition temperature above 300 °C, decomposition temperature above 250 °C and thermal conduction and oxidation resistance comparable to those of methyl phenyl polysiloxane.

The specimen shall be held in a horizontal position at a depth of 25 mm, in a holder of heat capacity so low that the temperature of the fluid is not brought below 260 °C. The specimen shall be totally immersed in the fluid for the time given in the relevant specification. After removal from the bath, the specimen shall be allowed to cool down to between 15 °C and 35 °C.

After cooling, the specimen shall be immersed in 1,1,1 trichlorethane or trichlorethylene for a few seconds, blown dry with clean air, rinsed in clean isopropyl alcohol and again blown dry with clean air.

9.2.1.3 Details to be specified

- a) immersion time;
- b) any deviation from the standard test method.

9.2.2 Test 19b: Thermal shock, immersion, fluidized sand bath

9.2.2.1 Object

To apply a thermal shock to all sides of the specimen simultaneously where the use of a silicon oil is not desirable.

9.2.2.2 Method

A fluidized sand bath of suitable design (for example, as presented in Figure 8), kept at 260^{+5}_0 °C throughout the test, shall be used. The temperature shall be measured approximately in the same location

approximativement au même endroit que celui occupé par l'éprouvette. L'éprouvette sera immergée de côté, c'est-à-dire sa surface perpendiculaire à la surface du bain, et placée dans un support de capacité thermique si faible que la température du bain ne descend pas au-dessous de 260 °C. L'éprouvette doit être complètement immergée dans le bain pendant une période déterminée par la spécification particulière. Après enlèvement du bain, l'éprouvette sera refroidie à une température comprise entre 15 °C et 35 °C.

9.2.2.3 *Détails à spécifier*

- a) durée de l'immersion;
- b) tout écart par rapport à la méthode d'essai normale.

9.2.3 *Essai 19c: Choc thermique, flottement sur un bain de soudure*

9.2.3.1 *Objet*

Appliquer un choc thermique principalement sur une face de l'éprouvette et par l'emploi d'un bain de soudure similaire à celui utilisé pour le processus de soudage réel.

9.2.3.2 *Méthode*

On doit utiliser un bain de soudure d'un modèle adéquat, maintenu à 260^{+5}_0 °C pendant toute la durée de l'essai. La température doit être mesurée à 25 mm en dessous de la surface.

Immédiatement avant de faire flotter l'éprouvette, on doit enlever l'oxyde se trouvant à la surface de la soudure.

L'éprouvette doit être mise à flotter sur la soudure de telle manière que seule une face de l'éprouvette soit directement en contact avec la soudure. L'éprouvette sera mise à flotter pendant une période déterminée par la spécification particulière. Après enlèvement du bain, l'éprouvette sera refroidie à une température comprise entre 15 °C et 35 °C.

Après refroidissement, l'éprouvette doit être plongée dans du 1,1,1 trichloréthane ou du trichloréthylène pendant quelques secondes, séchée à l'air pur, rincée dans l'alcool isopropylique pur et séchée une nouvelle fois à l'air pur soufflé.

9.2.3.3 *Détails à spécifier*

- a) durée de flottement;
- b) tout écart par rapport à la méthode d'essai normale.

9.2.4 *Essai 19d: Choc thermique, soudure au fer*

9.2.4.1 *Objet*

Appliquer un choc thermique au moyen d'opérations répétées de soudure au fer, en vue de simuler le soudage, le dessoudage et le ressoudage.

that will be occupied by the specimen. The specimen shall be immersed edgewise, for example with its surface at right angles to the bath surface in a holder of heat capacity so low that the temperature of the bath is not brought below 260 °C. The specimen shall be totally immersed for the time given in the relevant specification. After removal from the bath, the specimen shall be allowed to cool down to between 15 °C and 35 °C.

9.2.2.3 *Details to be specified*

- a) immersion time;
- b) any deviation from the standard test method.

9.2.3 *Test 19c: Thermal shock, floating, solder bath*

9.2.3.1 *Object*

To apply a thermal shock where the heat affects the specimen from one side mainly, and where a solder bath similar to that used in the actual soldering process is used.

9.2.3.2 *Method*

A solder bath of suitable design, kept at 260^{+5}_0 °C throughout the test, shall be used. The temperature shall be measured at 25 mm below the surface.

Immediately prior to floating the specimen, the oxide shall be removed from the surface of the solder.

The specimen shall be floated upon the solder in such a manner that only one side of the specimen is directly in contact with the solder. The specimen shall be floated for the time given in the relevant specification. After removal from the solder, the specimen shall be allowed to cool down to between 15 °C and 35 °C.

After cooling, the specimen shall be immersed in 1,1,1 trichlorethane or trichlorethylene for a few seconds, blown dry with clean air, rinsed in clean isopropyl alcohol and again blown dry with clean air.

9.2.3.3 *Details to be specified*

- a) floating time;
- b) any deviation from the standard test method.

9.2.4 *Test 19d: Thermal shock, hand-soldering*

9.2.4.1 *Object*

To apply thermal shocks by repeated hand-soldering operations to simulate soldering, unsoldering and resoldering.

9.2.4.2 Méthode

Fer à souder

Le fer à souder doit avoir une panne en cuivre de 30 ± 5 mm de long et de $5 \pm 0,1$ mm de diamètre, son extrémité formant un angle de $45 \pm 10^\circ$. La température de la panne sera de 270 ± 10 °C pendant toute la durée de l'essai. Un fer approprié est décrit à la figure 9.

Soudure

La soudure sera un alliage étain/plomb à 60/40, avec une âme de résine non corrosive, ayant la forme d'un fil d'un diamètre inférieur à 1,5 mm.

Cycle de soudure

La pastille devra être préalablement étamée pendant 4 ± 1 s avec le fer à souder et un minimum de soudure.

Un morceau de fil, préalablement étamé avec la soudure, sera soudé perpendiculairement à l'éprouvette, à travers le centre de la pastille. La goutte de soudure formée entre le fil et la pastille devra couvrir toute la surface de la pastille. Le temps pris pour l'opération de soudure devra être de 4 ± 1 s.

Pendant cette soudure et le refroidissement qui suivra, on ne bougera pas le fil. Pour s'assurer qu'il ne bouge pas, le fil et l'éprouvette pourront être maintenus dans un montage.

La pastille ayant été soumise à l'opération de soudure doit être refroidie. Le fil doit alors être dessoudé et retiré de la pastille, à l'aide d'une seconde application du fer à souder pendant 4 ± 1 s. Après refroidissement, le fil doit être ressoudé à la pastille par une nouvelle application du fer à souder pendant 4 ± 1 s.

Le premier cycle de soudure comprendra le soudage, le dessoudage et le ressoudage. Chaque cycle ultérieur comprendra une opération de dessoudage et une opération de ressoudage. Le nombre total de cycles de soudure doit être déterminé par la spécification particulière.

9.2.4.3 Détails à spécifier

- a) nombre de cycles de soudure;
- b) tout écart par rapport à la méthode d'essai normale.

9.2.5 Essai 19e: Choc thermique, soudage au trempé

9.2.5.1 Objet

Appliquer des chocs thermiques au moyen d'opérations répétées de soudage au trempé, en vue de simuler le soudage, le dessoudage et le ressoudage.

9.2.4.2 Method

Soldering tool

The soldering iron shall have a copper bit 30 ± 5 mm long and $5 \pm 0,1$ mm in diameter, with its end forming an angle of $45 \pm 10^\circ$. The temperature of the bit shall be 270 ± 10 °C throughout the test. An appropriate tool is shown in Figure 9.

Solder

The solder shall be a 60/40 tin-lead alloy with a non-corrosive resin core and in the form of a wire of diameter not greater than 1,5 mm.

Soldering cycle

The land shall be evenly tinned by application of the soldering iron for 4 ± 1 s using a minimum amount of solder.

A piece of wire previously tinned with the solder shall be soldered at right angles to the test board through the centre of the land. The fillet formed between the wire and the land shall cover the entire area of the land. The time taken for this soldering process shall be 4 ± 1 s.

During this soldering and the subsequent cooling, the wire shall not be moved. To ensure it is not, the wire and the test board may be held in a jig.

The land having been subjected to the soldering procedure shall then be allowed to cool. The wire shall then be unsoldered and removed from the land by a second application of the soldering iron for a period of 4 ± 1 s. After cooling, the wire shall be resoldered to the land by the reapplication of the soldering iron for a period of 4 ± 1 s.

The first soldering cycle will comprise soldering, unsoldering and resoldering. Each subsequent cycle will comprise one unsoldering and one resoldering operation. The total number of soldering cycles shall be specified in the relevant specification.

9.2.4.3 Details to be specified

- a) number of soldering cycles;
- b) any deviation from the standard test method.

9.2.5 Test 19e: Thermal shock, dip-soldering

9.2.5.1 Object

To apply thermal shocks by repeated dip-soldering operations to simulate soldering, unsoldering and resoldering.

9.2.5.2 Méthode

Matériel de soudure

Un pot de soudure, suffisamment grand pour permettre l'immersion de l'éprouvette et rempli de soudure de manière à atteindre une profondeur minimum de 75 mm, doit être chauffé pour atteindre une température de soudure de 260^{+5}_0 °C maintenue pendant toute la durée de l'essai. La température doit être mesurée à 25 mm en dessous de la surface.

Soudure

La soudure doit être un alliage étain/plomb à 60/40, selon l'annexe B de la CEI 68-2-20, et la température de l'alliage dans le bain immédiatement avant l'essai doit être conforme à celle spécifiée dans la CEI 249. Immédiatement avant chaque immersion, on devra enlever l'oxyde se trouvant à la surface de la soudure.

Cycle de soudure

L'éprouvette et le fil doivent être fluxés au moyen d'un flux approprié et tous deux assemblés au moyen d'une fixation appropriée de manière à maintenir exactement la position de la carte et du fil. Voir un exemple à la figure 10. L'éprouvette doit être immergée à une profondeur de 25 mm dans la soudure en fusion. La durée d'immersion doit être de $4 \pm 0,5$ s. La pastille doit alors être refroidie dans des conditions atmosphériques normales. Une seconde immersion de $4 \pm 0,5$ s simulera le choc thermique du dessoudage du fil. Après refroidissement, une troisième immersion simulera le ressoudage du fil.

Les trois immersions forment le premier cycle de soudure. Si plus d'un cycle doit être exécuté, on doit ajouter deux immersions à chaque cycle complémentaire. Le nombre total de cycles doit être déterminé par la spécification particulière.

9.2.5.3 Détails à spécifier

- a) nombre de cycles de soudure;
- b) tout écart par rapport à la méthode d'essai normale.

9.2.6 Essai 19f: Choc thermique par flottement sur un bain de soudure à 280 °C

9.2.6.1 Objet

Soumettre une face d'une éprouvette à un choc thermique en faisant flotter l'éprouvette sur de la soudure en fusion.

9.2.5.2 Method

Soldering equipment

A solder pot, sufficiently large to allow immersion of the specimen and filled to a depth of at least 75 mm, shall be heated to a solder temperature of 260^{+5}_0 °C throughout the test. The temperature shall be measured at 25 mm below the surface.

Solder

The solder shall be 60/40 tin-lead alloy in accordance with IEC 68-2-20, Appendix B, and the temperature of the solder in the bath immediately prior to the test shall be in accordance with that in IEC 249. Immediately prior to each immersion, the oxide shall be removed from the surface of the solder.

Soldering cycle

The specimen and wire shall be fluxed with an appropriate flux and assembled in a suitable fixture to maintain proper board and wire position. An example is shown in Figure 10. The specimen shall be immersed to a depth of 25 mm in the molten solder. The immersion time shall be $4 \pm 0,5$ s. The land shall then be allowed to cool down to standard atmospheric conditions. A second immersion for $4 \pm 0,5$ s shall simulate the thermal shock of unsoldering the wire. After cooling, a third immersion will simulate the resoldering of the wire.

The three immersions are the first soldering cycle. If more than one cycle has to be performed, two immersions shall be added for each additional cycle. The total number of cycles shall be as specified in the relevant specification.

9.2.5.3 Details to be specified

- a) number of soldering cycles;
- b) any deviation from the standard test method.

9.2.6 Test 19f: Thermal shock, floating, solder bath 280 °C

9.2.6.1 Object

To subject one side of a specimen to a thermal shock by floating the specimen on molten solder.

9.2.6.2 *Préconditionnement*

Si cela est demandé dans la spécification particulière, l'éprouvette doit être preconditionnée selon l'essai 18b pendant la durée spécifiée dans la spécification particulière. La spécification particulière doit spécifier l'utilisation d'un flux adéquat.

9.2.6.3 *Méthode*

On doit utiliser un bain de soudure d'un modèle adéquat, maintenu à 280^{+10}_0 °C pendant toute la durée de l'essai. La température doit être mesurée à 25 mm en dessous de la surface.

Immédiatement avant de faire flotter l'éprouvette, on doit enlever l'oxyde se trouvant à la surface de la soudure.

L'éprouvette doit être mise à flotter sur la soudure de telle manière que seule une face de l'éprouvette soit directement en contact avec la soudure.

L'éprouvette sera mise à flotter pendant une période déterminée par la spécification particulière. Après enlèvement du bain, l'éprouvette sera refroidie à une température comprise entre 15 °C et 35 °C.

Après refroidissement, les résidus de flux (s'il y en a) sont enlevés par immersion de l'éprouvette dans un solvant adéquat pendant quelques secondes; celle-ci est ensuite séchée à l'air pur soufflé.

9.2.6.4 *Détails à spécifier*

- a) preconditionnement et sa durée, s'il est demandé;
- b) fluxage ou non; type de flux, s'il y en a;
- c) durée de flottement;
- d) tout écart par rapport à la méthode d'essai normale.

9.3 *Epreuve climatique et mécanique*

Lorsqu'une épreuve climatique et mécanique est requise, la méthode à employer doit être choisie dans la CEI 68.

9.4 *Essai 20a: Vieillissement accéléré à la vapeur d'eau/oxygène*

9.4.1 *Objet*

Faire subir à des cartes imprimées l'influence d'une atmosphère comportant de la vapeur d'eau et de l'oxygène; à utiliser quand on désire une procédure de vieillissement accéléré (80 min environ). Les conditions recommandées de ce vieillissement accéléré en rendent les effets équivalents à ceux de l'essai de 10 jours de chaleur humide des CEI 68-2-3: Essai Ca, ou 68-2-30: Essai Db. Cet essai est destiné à donner une indication concernant les effets du stockage sur la soudabilité des cartes imprimées.

Note.- Des essais de corrélation ont été effectués sur des cartes imprimées à trous métallisés recouverts d'étain-plomb.

9.2.6.2 *Pre-conditioning*

If required in the relevant specification, the specimen shall be pre-conditioned according to Test 18b for a time as specified in the relevant specification. The relevant specification shall specify the use of a suitable flux.

9.2.6.3 *Method*

A solder bath of suitable design, kept at 280^{+10}_0 °C throughout the test, shall be used. The temperature shall be measured at 25 mm below the surface.

Immediately prior to floating the specimen, the oxide shall be removed from the surface of the solder.

The specimen shall be floated on the solder in such a manner that only one side of the specimen is directly in contact with the solder.

The specimen shall be floated for the time given in the relevant specification. After removal from the solder, the specimen shall be allowed to cool down to a temperature between 15 °C and 35 °C.

After cooling, any flux residues shall be removed by immersing the specimen for a few seconds in a suitable solvent and then blown dry with clean air.

9.2.6.4 *Details to be specified*

- a) pre-conditioning and time, if required;
- b) flux or no flux, type of flux, if any;
- c) floating time;
- d) any deviation from the standard test method.

9.3 *Climatic environmental conditioning*

Where climatic environmental conditioning is required, the method shall be selected from IEC 68.

9.4 *Test 20a: Accelerated ageing, steam/oxygen*

9.4.1 *Object*

To apply a steam/oxygen atmosphere to printed boards as accelerated ageing procedure where a short duration of the procedure (approximately 80 min) is desirable. The accelerated ageing conditions recommended are equivalent to the 10-days damp heat test contained in IEC 68-2-3: Test Ca, or 68-2-30: Test Db. The test is intended to give an indication of the effects of storage of the solderability properties of printed boards.

Note.- Comparative tests were performed on printed boards having plated-through holes plated with tin-lead.

9.4.2 *Eprouvette*

Spécifiée dans l'essai 14a, paragraphe 8.2.2.

9.4.3 *Appareil d'essai*

9.4.3.1 *Chambre d'essai*

Il convient de concevoir la chambre d'essai de façon à permettre de placer rapidement les pièces d'essai sur un support (carrousel) et de les enfermer pendant la durée de l'essai. La chambre doit avoir un manchon d'isolation thermique.

La chambre doit être réalisée avec des matériaux qui ne contaminent pas l'atmosphère d'essai, comme le verre ou l'acier inoxydable.

9.4.3.2 *Maintien et transport de l'éprouvette*

Le support d'éprouvette peut avoir une forme quelconque, mais doit maintenir les éprouvettes en position verticale, avec un espacement entre elles de 6 mm environ. La conception doit en être telle qu'il ne puisse y avoir rétention de gaz ou de vapeur d'eau, et que la répartition de gaz et de vapeur d'eau se fasse de façon uniforme sur toutes les éprouvettes. Les parties du support et du système tournant situées à l'intérieur de la chambre d'essai seront réalisées en acier inoxydable ou en PTFE ou en un matériau quelconque qui ne contaminera pas l'atmosphère d'essai. Le support d'éprouvette tourne à l'aide d'un mécanisme approprié à une vitesse de 5 à 50 tr/min.

9.4.3.3 *Générateur de vapeur d'eau, condenseur, régulateurs de débit*

La figure 11 donne le schéma d'un générateur de vapeur d'eau avec réservoir d'eau désionisée qui procure de la vapeur à la chambre d'essai. Les tuyaux d'arrivée de vapeur sont équipés d'une soupape pour ne laisser passer que des quantités dosées par des débitmètres et régulateurs.

Une entrée d'azote doit être prévue (l'azote servant de purge et permettant d'éviter l'oxydation des pièces durant le chauffage initial et les périodes de refroidissement dans le système) et contrôlée grâce à un débitmètre et à un régulateur. Le mélange de gaz et vapeur sortant de la chambre d'essai est condensé dans un condenseur refroidi à l'eau. Le condensat peut être recueilli et mesuré pour contrôler le taux de production de vapeur. L'eau de refroidissement du condenseur peut être celle du réseau de distribution.

9.4.4 *Méthode d'essai*

9.4.4.1 *Préparation des éprouvettes*

Les éprouvettes sont nettoyées et séchées comme indiqué dans l'essai 14a, et placées dans le support de la chambre d'essai.

9.4.2 *Specimen*

As specified in Test 14a, Sub-clause 8.2.2.

9.4.3 *Test apparatus*

9.4.3.1 *Test chamber*

The test chamber should be constructed to permit test specimens to be readily placed on to a holder (carousel) and then closed for the duration of the test. The chamber should have a thermal insulating jacket.

The chamber shall be constructed from materials which will not contaminate the test atmosphere, such as glass or stainless steel.

9.4.3.2 *Conveyance of specimen*

The specimen holder shall be of any design provided that it holds the specimens in a vertical position with a spacing between them of approximately 6 mm. The preferred holder design shall be such that steam/gases are not trapped and permits even distribution of steam/gas over the specimens under test. Those parts of the holder and the rotating shaft within the test chamber shall be manufactured in stainless steel or PTFE or any suitable material which will not contaminate the test atmosphere. The specimen holder shall be rotated by a suitable mechanism at 5 to 50 rev/min.

9.4.3.3 *Steam generator, condensing unit, flow regulators*

Figure 11 gives a schematic layout of a steam generator and de-ionized water reservoir which delivers steam into the test chamber. The steam inlet pipes shall be fitted with an inlet valve for receiving dosing gases via flow meters and regulators.

Provision shall be made for the entry of nitrogen to act as a purge and prevent oxidation of the specimens during initial heating and cooling periods into the system which is controlled via a flow meter and a regulator. The steam/gas effluent from the test chamber shall be condensed by a water-cooled condensing unit. The condensate may be collected and measured as a means of establishing the rate of steam generation. The cooling water for the condenser may be provided from mains water supply.

9.4.4 *Method of test*

9.4.4.1 *Preparation of the specimens*

The specimens shall be cleaned and dried in accordance with Test 14a, and placed in the specimen holder in the test chamber.

9.4.4.2 Séquence d'essai

La chambre d'essai doit être fermée de façon efficace. L'arrivée d'azote est réglée pour un débit de 500 ± 250 ml/min et le carrousel est entraîné à une vitesse de rotation de 5 à 50 tr/min. Le générateur de vapeur est mis en route à pleine puissance jusqu'à ce que la température dans la chambre d'essai dépasse 90°C et que du condensat apparaisse dans le condenseur. La température à l'intérieur de la chambre d'essai doit être maintenue à $100 \pm 2^\circ\text{C}$. Lorsque la température est stabilisée depuis 5 ± 1 min, on arrête l'arrivée d'azote. Le débit de la vapeur introduite dans la chambre d'essai est porté à $5 \pm 0,5$ l/min. On introduit alors dans la chambre d'essai un mélange d'oxygène et d'azote purs, à raison de 20% d'oxygène et de 80% d'azote, avec un débit de 100 ± 10 ml/min durant 60 ± 5 min. On peut aussi utiliser de l'oxygène pur avec un débit de $20 \pm 0,5$ ml/min. Après cette exposition de 60 min au mélange oxygène-vapeur d'eau, on effectue les opérations suivantes:

- a) on ferme l'arrivée du mélange oxygène-azote (ou oxygène);
- b) on coupe l'alimentation du moteur assurant la rotation de l'éprouvette;
- c) on ouvre le robinet de la purge et on introduit doucement de l'azote, de façon à avoir un léger barbotage, avec un débit de 500 ml/min environ;
- d) on arrête le générateur de vapeur;
- e) on réduit la température de la chambre d'essai à $40\text{-}50^\circ\text{C}$, avant l'arrêt de l'arrivée d'azote.

9.4.4.3 Essai de soudabilité

On enlève les éprouvettes de la chambre d'essai, on les sèche et on effectue ensuite l'essai de soudabilité du paragraphe 8.2.3.

9.4.5 Détails à spécifier

- a) éprouvettes à essayer;
- b) tout écart par rapport à la méthode d'essai normale.

9.4.4.2 Test sequence

The test chamber shall be securely closed. The nitrogen gas supply shall be switched on and regulated to a flow rate of 500 ± 250 ml/min. The carrier shall be switched on to revolve at 5 to 50 rev/min. The steam generator shall be switched on at full power until the test chamber temperature is greater than 90°C and condensate is emerging from the condenser. The temperature within the test chamber shall be maintained at $100 \pm 2^\circ\text{C}$. After the temperature has stabilized for 5 ± 1 min, the nitrogen gas shall be switched off. The rate of steam produced within the test chamber shall be controlled to $5 \pm 0,5$ l/min. A mixture of pure oxygen 20% and nitrogen 80% shall be switched on and maintained at a flow rate of 100 ± 10 ml/min within the test chamber for 60 ± 5 min. Alternatively, pure oxygen may be used and the flow rate adjusted to $20 \pm 0,5$ ml/min. After the specimens have been exposed to the steam/oxygen mixture for the 60 min period of time, the following sequence shall be followed:

- a) the oxygen/nitrogen mixture (or oxygen) switch shall be switched off;
- b) the mechanism rotating the specimen shall be switched off;
- c) the nitrogen purge gas is switched on to give a gentle bubbling action, approximate flow rate 500 ml/min;
- d) the steam generator is switched off;
- e) the test chamber temperature is allowed to fall to $40\text{--}50^\circ\text{C}$, before switching off the nitrogen.

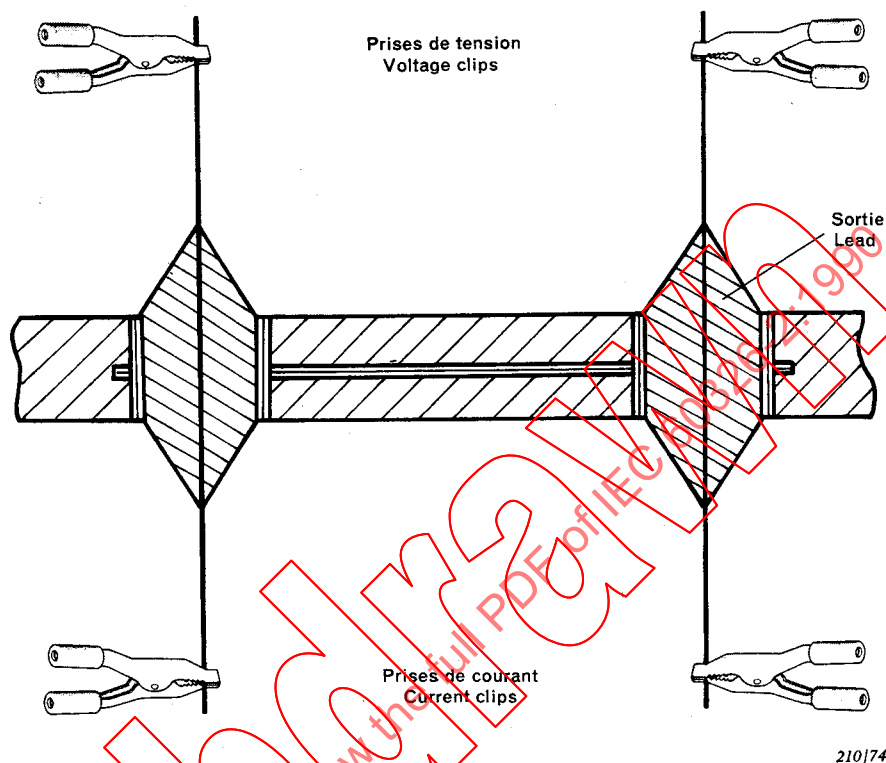
9.4.4.3 Solderability test

The specimen shall be removed from the test chamber, dried and tested for solderability as in Sub-clause 8.2.3.

9.4.5 Details to be specified

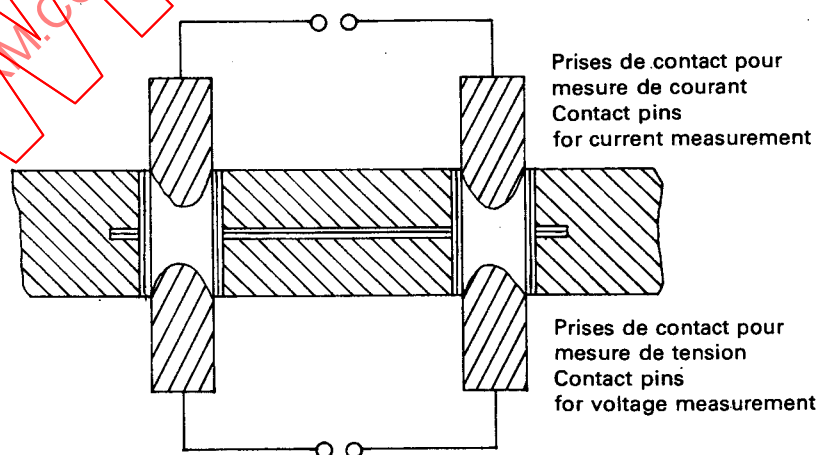
- a) specimens to be tested;
 - b) any deviation from the standard test method.
-

CONNEXIONS A L'APPAREIL DE MESURE POUR LA RESISTANCE
D'INTERCONNEXION
CONNECTIONS TO THE TEST INSTRUMENT FOR INTERCONNECTION
RESISTANCE MEASUREMENT



La distance entre les sorties et les trous est sans importance.
The distance between leads and holes is unimportant.

Figure 1



275/76

Figure 2