

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
249-2-16**

Première édition
First edition
1992-02

Matériaux de base pour circuits imprimés

Partie 2: Spécifications –

Spécification n° 16: Feuille de stratifié en tissu de verre polyimide recouverte de cuivre, d'inflammabilité définie (essai de combustion verticale)

Base materials for printed circuits

Part 2: Specifications –

Specification No. 16: Polyimide woven glass fabric copper-clad laminated sheet of defined flammability (vertical burning test)



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 249-2-16: 1992

Numéros des publications

Depuis le 1^{er} janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

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 (VEI)*.

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 60000 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
249-2-16**

Première édition
First edition
1992-02

Matériaux de base pour circuits imprimés

Partie 2: Spécifications –

Spécification n° 16: Feuille de stratifié en tissu de verre polyimide recouverte de cuivre, d'inflammabilité définie (essai de combustion verticale)

Base materials for printed circuits

Part 2: Specifications –

Specification No. 16: Polyimide woven glass fabric copper-clad laminated sheet of defined flammability (vertical burning test)

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

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

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

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



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

P

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
Articles	
1 Domaine d'application	6
2 Références normatives	6
3 Matériaux et construction	6
4 Marquage interne	8
5 Propriétés électriques	8
6 Propriétés non électriques de la feuille isolante recouverte de cuivre	10
7 Propriétés non électriques du matériau de base après enlèvement complet de la feuille de cuivre	24
8 Emballage et marquage	30
9 Essais de réception	30

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
Clause	
1 Scope	7
2 Normative references	7
3 Materials and construction	7
4 Internal marking	9
5 Electrical properties	9
6 Non-electrical properties of the copper-clad sheet	11
7 Non-electrical properties of the base material after complete removal of the copper foil	25
8 Packaging and marking	31
9 Acceptance testing	31

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MATÉRIAUX DE BASE POUR CIRCUITS IMPRIMÉS

Partie 2: Spécifications

Spécification n° 16: Feuille de stratifié en tissu de verre polyimide recouverte de cuivre, d'inflammabilité définie (essai de combustion verticale)

AVANT-PROPOS

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

La présente spécification de la Norme internationale CEI 249-2 a été établie par le Comité d'Etudes n° 52 de la CEI: Circuits imprimés.

Le texte de cette spécification est issu des documents suivants:

DIS	Rapport de vote
52(BC)356	52(BC)369

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

BASE MATERIALS FOR PRINTED CIRCUITS

Part 2: Specifications

**Specification No. 16: Polyimide woven glass fabric copper-clad
laminated sheet of defined flammability
(vertical burning test)**

FOREWORD

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

This specification of the International Standard IEC 249-2 has been prepared by IEC Technical Committee No. 52: Printed circuits.

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

DIS	Report on Voting
52(CO)356	52(CO)369

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

MATÉRIAUX DE BASE POUR CIRCUITS IMPRIMÉS

Partie 2: Spécifications

Spécification n° 16: Feuille de stratifié en tissu de verre polyimide recouverte de cuivre, d'inflammabilité définie (essai de combustion verticale)

1 Domaine d'application

La présente spécification de la CEI 249-2 donne les exigences concernant les propriétés de feuilles de stratifié en tissu de verre polyimide recouvertes de cuivre, d'inflammabilité définie, d'épaisseur de 0,5 mm à 6,4 mm.

Les stratifiés en tissu de verre polyimide existent en deux types:

- type 1: avec résine polyimide modifiée;
- type 2: avec résine polyimide non modifiée.

Ces deux types ont des propriétés identiques, à l'exception de la température de transition vitreuse et, par conséquent, cette spécification ne les différencie que par la température de transition vitreuse (voir 7.6).

NOTE - Pour désigner ce matériau, on peut utiliser la référence: 249-2-16-FV1-IEC-PI-GC-Cu; s'il n'y a pas de confusion possible, on peut utiliser aussi la désignation plus brève IEC-249-2-16-FV1.

2 Références normatives

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente spécification de la CEI 249-2. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente spécification de la CEI 249-2 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des normes indiquées ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 249-1: 1982, *Matériaux de base pour circuits imprimés - Première partie: Méthodes d'essai. Modification n° 3 (1991).*

CEI 249-3A: 1976, *Matériaux de base pour circuits imprimés - Troisième partie: Matériaux spéciaux utilisés en association avec les circuits imprimés - Premier complément: Spécification n° 2: Spécification pour feuille de cuivre utilisée pour la fabrication de matériaux de base plaqués cuivre.*

3 Matériaux et construction

La feuille est composée d'une base isolante sur laquelle est collée une feuille de métal sur une face ou sur les deux.

3.1 Base isolante

Stratifié en tissu de verre collé avec de la résine polyimide. Sa résistance à la flamme est définie par rapport aux exigences d'inflammabilité en 7.3.

BASE MATERIALS FOR PRINTED CIRCUITS

Part 2: Specifications

Specification No. 16: Polyimide woven glass fabric copper-clad laminated sheet of defined flammability (vertical burning test)

1 Scope

This specification of IEC 249-2 gives requirements for properties of polyimide woven glass fabric copper-clad laminated sheet of defined flammability, in thicknesses of 0,5 mm up to 6,4 mm.

Polyimide woven glass fabric laminates are available in two types:

- type 1: modified polyimide resin;
- type 2: unmodified polyimide resin.

The two types have equal properties except for the glass transition temperature, and this specification therefore differentiates them only in respect of the glass transition temperature (see 7.6).

NOTE - To designate this material, the reference 249-2-16-FV1-IEC-PI-GC-Cu may be used; if there is no risk of confusion, the type designation may be abbreviated to read IEC-249-2-16-FV1.

2 Normative references

The following standards contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions for this specification of IEC 249-2. At the time of publication, the editions indicated were valid. All standards are subject to revision, and parties to agreements based on this specification of IEC 249-2 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the standards indicated below. Members of the IEC and ISO maintain registers of currently valid international standards.

IEC 249-1: 1982, *Base materials for printed circuits - Part 1: Test methods. Amendment No. 3* (1991).

IEC 249-3A: 1976, *Base materials for printed circuits - Part 3: Special materials used in connection with printed circuits - First supplement: Specification No. 2: Specification for copper foil used in the manufacture of copper-clad base materials.*

3 Materials and construction

The sheet consists of an insulating base with metal foil bonded to one or both sides.

3.1 Insulating base

Polyimide resin bonded woven glass fabric laminate. Its flame resistance is defined in terms of the flammability requirements of 7.3.

3.2 Feuille de métal

Cuivre répondant à la CEI 249-3A.

Les feuilles préférentielles sont du type A (cuivre électrodéposé) à ductilité normale.

4 Marquage interne

Non spécifié.

5 Propriétés électriques

Tableau 1 - Propriétés électriques

Propriétés	Méthode d'essai (paragraphe de la CEI 249-1)	Exigences
Résistance de la feuille	2.1	Comme spécifié dans la CEI 249-3A
Résistance superficielle après chaleur humide, mesure effectuée dans la chambre climatique (facultatif)	2.2	10 000 M Ω min.
Résistance superficielle après chaleur humide et reprise	2.2	50 000 M Ω min.
Résistivité transversale après chaleur humide, mesure effectuée dans la chambre climatique (facultatif)	2.3	10 000 M $\Omega \cdot m$ min.
Résistivité transversale après chaleur humide et reprise	2.3	50 000 M $\Omega \cdot m$ min.
Corrosion de surface	2.4	Aucun produit de corrosion visible dans l'anneau
Corrosion du bord	2.5	Pôle positif: pas plus mauvais que A/B Pôle négatif: pas plus mauvais que 1,4
Permittivité relative après chaleur humide et reprise	2.7	La valeur moyenne ne doit pas être supérieure à 5,4
Facteur de dissipation diélectrique après chaleur humide et reprise	2.7	La valeur moyenne ne doit pas être supérieure à 0,025
Rigidité diélectrique (facultatif) matériau d'épaisseur inférieure ou égale à 0,8 mm	2.8	30 kV/mm min.
Résistance superficielle à 200 °C	2.9.1	50 000 M Ω min.
Résistivité transversale à 200 °C	2.9.1	50 000 M $\Omega \cdot m$ min.

3.2 Metal foil

Copper as specified in IEC 249-3A.

The preferred foils are type A (electro-deposited copper) of standard ductility.

4 Internal marking

Not specified.

5 Electrical properties

Table 1 - Electrical properties

Property	Test method (subclause of IEC 249-1)	Requirement
Resistance of foil	2.1	As specified in IEC 249-3A
Surface resistance after damp heat while in the humidity chamber (optional)	2.2	10 000 MΩ min.
Surface resistance after damp heat and recovery	2.2	50 000 MΩ min.
Volume resistivity after damp heat while in the humidity chamber (optional)	2.3	10 000 MΩ · m min.
Volume resistivity after damp heat and recovery	2.3	50 000 MΩ · m min.
Surface corrosion	2.4	No visible corrosion products in the gap
Corrosion at the edge	2.5	Positive pole: not worse than A/B Negative pole: not worse than 1,4
Relative permittivity after damp heat and recovery	2.7	The average value shall not exceed 5,4
Dielectric dissipation factor after damp heat and recovery	2.7	The average value shall not exceed 0,025
Electrical strength (optional) material thickness not greater than 0,8 mm	2.8	30 kV/mm min.
Surface resistance at 200 °C	2.9.1	50 000 MΩ min.
Volume resistivity at 200 °C	2.9.1	50 000 MΩ · m min.

6 Propriétés non électriques de la feuille isolante recouverte de cuivre

6.1 Aspect de la face plaquée cuivre

6.1.1 Fini de surface normal

La face plaquée cuivre doit être essentiellement exempte de cloques, plissements, piqûres, rayures profondes, creux et résine. Il doit être possible d'enlever rapidement toute décoloration ou contamination avec une solution d'acide chlorhydrique de masse volumique $1,02 \text{ g/cm}^3$ ou à l'aide d'un solvant organique convenable.

6.1.2 Fini de surface de haute qualité (facultatif)

Si une surface de haute qualité est nécessaire pour un placage en métal précieux ou pour la gravure de conducteurs étroits et qu'elle est commandée par l'acheteur, les exigences suivantes s'ajoutent à celles de 6.1.1; les conditions d'inspection sont celles du paragraphe 3.9 de la CEI 249-1.

Le fini de surface de la face plaquée cuivre doit être tel qu'il ne dissimule pas d'imperfections.

La surface de la feuille de cuivre doit être exempte de rayures de profondeur supérieure à $0,010 \text{ mm}$ ($0,0004 \text{ in}$), ou $1/5$ de l'épaisseur nominale de la feuille de cuivre, en prenant la valeur la plus basse.

La longueur totale des rayures de profondeur supérieure à $0,005 \text{ mm}$ ($0,0002 \text{ in}$) mais inférieure à $0,010 \text{ mm}$ ($0,0004 \text{ in}$) ne doit pas dépasser 1 m par mètre carré (1 yd par yard carré) de la surface totale de la planche à essayer.

Cette exigence s'applique aux feuilles de $35 \text{ }\mu\text{m}$ et $70 \text{ }\mu\text{m}$ (305 g/m^2 et 610 g/m^2 , 1 oz/ft^2 et 2 oz/ft^2). Les rayures autorisées sur les feuilles de $18 \text{ }\mu\text{m}$ (152 g/m^2 , $0,5 \text{ oz/ft}^2$) sont encore à l'étude.

La surface totale de toutes les piqûres dans une surface de $0,5 \text{ m}^2$ ($5,4 \text{ ft}^2$) ne doit pas dépasser $0,012 \text{ mm}^2$ ($2 \cdot 10^{-5} \text{ in}^2$).

Aucune planche ne doit avoir un nombre d'imperfections des types énumérés ci-après, supérieur à celui qui est indiqué dans le tableau 2.

6.1.3 Rugosité superficielle (facultatif)

A l'étude.

6 Non-electrical properties of the copper-clad sheet

6.1 *Appearance of the copper-clad face*

6.1.1 *Normal surface finish*

The copper-clad face shall be substantially free from blisters, wrinkles, pin-holes, deep scratches, pits and resin. Any discoloration or contamination shall be readily removable with a hydrochloric acid solution of density 1,02 g/cm³ or with a suitable organic solvent.

6.1.2 *High-quality surface finish (optional)*

If a surface of high quality is essential for precious metal plating or fine line etching and is ordered by the purchaser, the following requirements shall apply in addition to those of 6.1.1 when inspected in accordance with 3.9 of IEC 249-1.

The surface finish of the copper-clad face shall be such as not to conceal imperfections.

The surface of the copper foil shall be free from scratches of depth greater than 0,010 mm (0,0004 in), or 1/5 of the nominal thickness of the copper foil, whichever is the lower.

The total length of scratches of depth greater than 0,005 mm (0,0002 in) but not more than 0,010 mm (0,0004 in) shall not exceed 1 m per square meter (1 yd per square yard) of the total area of the sheet under test.

This requirement applies to the surface of 35 µm and 70 µm (305 g/m² and 610 g/m², 1 oz/ft² and 2 oz/ft²) foils. Permitted scratches on surfaces of 18 µm (152 g/m², 0,5 oz/ft²) foil are still under consideration.

The total area of all pin-holes in an area of 0,5 m² (5,4 ft²) shall not exceed 0,012 mm² ($2 \cdot 10^{-5}$ in²).

No sheet shall have more imperfections of the types listed than those permitted by table 2.

6.1.3 *Surface roughness (optional)*

Under consideration.

Tableau 2 - Types, dimensions et nombre d'imperfections admis

Types	Dimensions (longueur si rien d'autre n'est indiqué)		Nombre admis d'imperfections	
	Supérieure à mm (in)	Inférieure ou égale à mm (in)	Dans toute planche de surface voisine de 1 m ² (1,2 yd ²)	Dans une surface de 300 mm x 300 mm (12 in x 12 in)
Inclusions	— 0,1 (0,004) 0,25 (0,01)	0,1 (0,004) 0,25 (0,01) —	Toute quantité 30 0	Toute quantité 4 0
Enfoncements	— 0,25 (0,01) 1,25 (0,05) 3,0 (0,12) ou largeur 1,0(0,04)	0,25 (0,01) 1,25 (0,05) 3,0 (0,12) ou largeur 1,0 (0,04) —	Toute quantité 13** 3** 0	Toute quantité 3* 1* 0
Bosses	— 0,1 (0,004) 4,0 (0,16) ou hauteur 0,1 (0,004)	0,1 (0,004) 4,0 (0,16) ou hauteur 0,1 (0,004) —	Toute quantité 10 0	Toute quantité 2 0
Plissements Cloques	Toutes dimensions		0	0
* Le total pour ces deux dimensions d'enfoncement est de 3. ** Le total pour ces deux dimensions d'enfoncement est de 13.				
NOTE - Pour les planches de 1 m² (1,2 yd²) ou plus grandes, les valeurs de la quatrième colonne sont applicables à toute surface de 1 m² (1,2 yd²), pour les mêmes planches, dans toute surface de 300 mm x 300 mm (12 in x 12 in), les valeurs de la cinquième colonne sont applicables. Pour des planches plus petites que 1 m² (1,2 yd²), la cinquième colonne est applicable à toute surface de 300 mm x 300 mm (12 in x 12 in).				

Table 2 - Types, sizes and permitted number of imperfections

Type	Size (length unless otherwise indicated)		Number of imperfections permitted	
	Above mm (in)	Not above mm (in)	In any sheet of area about 1 m ² (1,2 yd ²)	In any area of 300 mm x 300 mm (12 in x 12 in)
Inclusions	— 0,1 (0,004) 0,25 (0,01)	0,1 (0,004) 0,25 (0,01) —	Any number 30 0	Any number 4 0
Indentations	— 0,25 (0,01) 1,25 (0,05) 3,0 (0,12) or width 1,0 (0,04)	0,25 (0,01) 1,25 (0,05) 3,0 (0,12) or width 1,0 (0,04) —	Any number 13** 3** 0	Any number 3* 1* 0
Bumps	— 0,1 (0,004) 4,0 (0,16) or height 0,1 (0,004)	0,1 (0,004) 4,0 (0,16) or height 0,1 (0,004) —	Any number 10 0 0	Any number 2 0
Wrinkles Blisters	Of any size		0	0
* The total for these sizes of indentation is 3. ** The total for these sizes of indentation is 13.				
NOTE - For sheets 1 m² (1,2 yd²) or greater, the values of the fourth column apply for any area of 1 m² (1,2 yd²); for the same sheets in any area of 300 mm x 300 mm (12 in x 12 in), however, the values of the fifth column apply. For sheets smaller than 1 m² (1,2 yd²), the fifth column applies for any area of 300 mm x 300 mm (12 in x 12 in).				

6.2 Epaisseur

L'épaisseur de la planche, comprenant la feuille de métal, ne doit pas s'écarter de l'épaisseur nominale de plus de la valeur spécifiée ci-dessous. Les tolérances larges sont utilisées si les tolérances serrées ne sont pas demandées.

Tableau 3 - Tolérances sur l'épaisseur nominale de la planche de matériau plaqué métal

Epaisseur nominale		Tolérance ±			
mm	in	Tolérances larges		Tolérances serrées	
		mm	in	mm	in
0,5	0,020	0,10	0,004	0,07	0,003
0,7	0,028	0,15	0,006	0,09	0,0035
0,8	0,031	0,15	0,006	0,09	0,0035
1,0	0,039	0,17	0,0065	0,11	0,0043
1,2	0,047	0,18	0,007	0,12	0,0047
1,5	0,059	0,20	0,008	0,14	0,0055
1,6	0,063	0,20	0,008	0,14	0,0055
2,0	0,079	0,23	0,009	0,15	0,006
2,4	0,094	0,25	0,010	0,18	0,007
3,2	0,125	0,30	0,012	0,20	0,008
6,4	0,250	0,56	0,022	0,30	0,012

Les épaisseurs et les tolérances ne s'appliquent pas aux 25 mm extérieurs de la planche, après découpe telle que fabriquée et livrée par le fournisseur. Au minimum 90% de la surface, indépendamment de la dimension, doivent être dans les tolérances spécifiées et, en aucun point, l'épaisseur ne doit différer de la valeur nominale de plus de 125% de la tolérance spécifiée.

Pour toute valeur nominale de l'épaisseur comprise dans la gamme des épaisseurs nominales 0,5 mm à 6,4 mm (0,020 in à 0,250 in), qui n'est pas donnée dans le tableau des épaisseurs nominales et tolérances associées, les tolérances applicables à l'épaisseur seront celles de l'épaisseur nominale immédiatement supérieure du tableau 3.

6.2 Thickness

The thickness of a sheet, including the metal foil, shall not depart from the nominal thickness by more than the appropriate value shown below. The coarse tolerances shall apply unless the close tolerances are ordered.

Table 3 - Nominal thickness and tolerances of metal-clad sheet

Nominal thickness		Tolerance $\pm$			
mm	in	Coarse		Close	
		mm	in	mm	in
0,5	0,020	0,10	0,004	0,07	0,003
0,7	0,028	0,15	0,006	0,09	0,0035
0,8	0,031	0,15	0,006	0,09	0,0035
1,0	0,039	0,17	0,0065	0,11	0,0043
1,2	0,047	0,18	0,007	0,12	0,0047
1,5	0,059	0,20	0,008	0,14	0,0055
1,6	0,063	0,20	0,008	0,14	0,0055
2,0	0,079	0,23	0,009	0,15	0,006
2,4	0,094	0,25	0,010	0,18	0,007
3,2	0,125	0,30	0,012	0,20	0,008
6,4	0,250	0,56	0,022	0,30	0,012

The thickness and tolerances do not apply to the outer 25 mm of the trimmed laminated sheet as manufactured and delivered by the supplier. At least 90% of the area, regardless of size, shall be within the tolerances given, and at no point shall the thickness vary from the nominal by a value greater than 125% for the specified tolerance.

For any nominal thickness within the range of nominal thickness 0,5 mm to 6,4 mm (0,020 in to 0,250 in), which is not given in the table of nominal thicknesses and corresponding tolerances, the tolerance applicable to the thickness shall be that for the next greater nominal thickness given in table 3.

6.3 *Courbure et vrillage maximaux* (non applicable aux planches d'épaisseur inférieure à 0,8 mm)

Tableau 4 - Courbure et vrillage

Propriétés	Méthode d'essai (paragraphe de la CEI 249-1)	Exigences
Courbure	3.1	Ne doit pas dépasser la valeur donnée par la formule $D = d (L / 1\ 000)^2 \text{ mm}$ dans laquelle <i>L</i> est la longueur de la règle, en millimètres; <i>d</i> est la valeur donnée dans le tableau 5.
Vrillage	3.3	Ne doit pas dépasser la valeur donnée par la formule $D = d (L / 1\ 000)^2 \text{ mm}$ dans laquelle <i>L</i> est la distance, en millimètres, entre le coin de la planche qui n'est pas en contact avec la surface horizontale et le coin diagonalement opposé; <i>d</i> est la valeur donnée dans le tableau 5.

Tableau 5 - Valeurs calculées de courbure et de vrillage

Epaisseur nominale mm	Feuille de cuivre sur une face, <i>d</i>		Feuille de cuivre sur deux faces, <i>d</i>
	Courbure		Vrillage
	Jusqu'à 35 µm*	Plus de 35 µm* à 70 µm*	Jusqu'à 70 µm*
0,8 à 1,2	34	46	30
Plus de 1,2 à 1,6	23	38	25
Plus de 1,6 à 6,4	11	20	15

* 35 µm (305 g/m², 1 oz/ft²); 70 µm (610 g/m², 2 oz/ft²) (valeurs nominales).

NOTES

1 Les limites pour stratifiés recouverts de feuille de cuivre d'épaisseur nominale supérieur à 70 µm (610 g/m², 2 oz/ft²) doivent faire l'objet d'un accord entre acheteur et fournisseur.

2 Les exigences pour la courbure et le vrillage ne s'appliquent qu'aux dimensions de planches, telles qu'elles sont fabriquées, et aux pièces découpées dont ni la longueur ni la largeur n'est inférieure à 460 mm (18 in).

Des exigences pour des formats plus petits sont à l'étude.

6.3 Maximum bow and twist (not applicable to sheets thinner than 0,8 mm)

Table 4 - Bow and twist

Property	Test method (Subclause of IEC 249-1)	Requirement
Bow	3.1	Shall not exceed the value given by the formula $D = d (L/1\ 000)^2 \text{ mm},$ where L is the length of the straight edge, in millimetres; d is as given in table 5.
Twist	3.3	Shall not exceed the value given by the formula $D = d (L/1\ 000)^2 \text{ mm},$ where L is the distance, in millimetres, between the corner of the sheet not in contact with the horizontal surface and the diagonally opposite corner; d is as given in table 5.

Table 5 - Bow and twist calculation values

Nominal thickness mm	Copper foil on one side, d		Copper foil on both sides, d	
	Bow		Twist	Bow and twist
	Not over 35 μm^*	Over 35 μm^* up to 70 μm^*	Not over 70 μm^*	Not over 70 μm^*
0,8 to 1,2	34	46	30	15
Over 1,2 up to 1,6	23	38	25	15
Over 1,6 up to 6,4	11	20	15	10
* 35 μm (305 g/m ² , 1 oz/ft ²); 70 μm (610 g/m ² , 2 oz/ft ²) (nominal values).				
NOTES 1 Limits for laminates clad with foil of nominal thickness greater than 70 μm (610 g/m ² , 2 oz/ft ²) shall be subject to agreement between purchaser and supplier. 2 The requirements for bow and twist apply only to sheet sizes as manufactured and to cut pieces having neither length nor width less than 460 mm (18 in). Requirements for smaller sizes are under consideration.				

6.4 Propriétés concernant l'adhérence de la feuille de cuivre

Tableau 6 - Forces d'arrachement et d'adhérence

Propriétés	Méthode d'essai (paragraphe de la CEI 249-1)	Exigences	
Force d'arrachement	3.5	Pas inférieure à 60 N (13,4 lbf)	
		18 µm (152 g/m ² 0,5 oz/ft ²)	Au moins égal à 35 µm (305 g/m ² 1 oz/ft ²)
Force d'adhérence après choc thermique de 20 s	3.6.2.1 ou 3.6.2.2 ou 3.6.2.3	Pas inférieure à 0,8 N/mm (4,6 lbf/in)	Pas inférieure à 1,0 N/mm (5,7 lbf/in)
		Ni cloquage ni délamination	
Force d'adhérence après chaleur sèche à 175 °C	3.6.3	Pas inférieure à 0,6 N/mm (3,4 lbf/in)	Pas inférieure à 0,8 N/mm (4,6 lbf/in)
		Ni cloquage ni délamination	
Force d'adhérence après exposition aux vapeurs de solvant 1,1,1 trichloréthane	3.6.4	Pas inférieure à 0,6 N/mm (3,4 lbf/in)	Pas inférieure à 0,8 N/mm (4,6 lbf/in)
		Ni cloquage ni délamination	
Force d'adhérence après exposition aux vapeurs de solvants autres que trichloréthane	3.6.4	Selon accord entre acheteur et fournisseur	
Force d'adhérence après conditions simulées de revêtement électrolytique	3.6.5	Pas inférieure à 0,6 N/mm (3,4 lbf/in)	Pas inférieure à 0,8 N/mm (4,6 lbf/in)
Force d'adhérence à haute température Température 260 °C (facultatif) Température 125 °C (facultatif)	3.6.7	A l'étude Pas inférieure à 0,6 N/mm (3,4 lbf/in)	A l'étude Pas inférieure à 0,8 N/mm (4,6 lbf/in)
Cloquage après choc thermique de 20 s	3.7.2.1 ou 3.7.2.2 ou 3.7.2.3	Ni cloquage ni délamination	

NOTE - En cas de difficultés dues à la rupture de la feuille ou à la plage du dispositif de mesure de la force, il est possible de procéder à la mesure de la force d'adhérence à haute température en utilisant des conducteurs d'une largeur de plus de 3 mm.

6.4 Properties relating to the copper foil bond

Table 6 - Pull-off and peel strength

Property	Test method (subclause of IEC 249-1)	Requirement	
Pull-off strength	3.5	Not less than 60 N (13,4 lbf)	
		18 μm (152 g/m ² 0,5 oz/ft ²)	35 μm (305 g/m ² 1 oz/ft ²) and heavier
Peel strength after heat shock of 20 s	3.6.2.1 or 3.6.2.2 or 3.6.2.3	Not less than 0,8 N/mm (4,6 lbf/in)	Not less than 1,0 N/mm (5,7 lbf/in)
		No blistering or delamination	
Peel strength after dry heat at 175 °C	3.6.3	Not less than 0,6 N/mm (3,4 lbf/in)	Not less than 0,8 N/mm (4,6 lbf/in)
		No blistering or delamination	
Peel strength after exposure to solvent vapour 1,1,1 trichloroethane	3.6.4	Not less than 0,6 N/mm (3,4 lbf/in)	Not less than 0,8 N/mm (4,6 lbf/in)
		No blistering or delamination	
Peel strength after exposure to solvent vapours other than trichloroethane	3.6.4	As agreed between purchaser and supplier	
Peel strength after simulated plating	3.6.5	Not less than 0,6 N/mm (3,4 lbf/in)	Not less than 0,8 N/mm (4,6 lbf/in)
Peel strength at high temperature Temperature 260 °C (optional) Temperature 125 °C (optional)	3.6.7	Under consideration	Under consideration
		Not less than 0,6 N/mm (3,4 lbf/in)	Not less than 0,8 N/mm (4,6 lbf/in)
Blistering after 20 s heat shock	3.7.2.1 or 3.7.2.2 or 3.7.2.3	No blistering or delamination	

NOTE - In the case of difficulty due to the breakage of the foil or reading range of the force measuring device, the measurement of the peel strength at high temperature may be carried out using conductor widths of more than 3 mm.

6.5 Poinçonnage et usinabilité

Le poinçonnage n'est pas applicable. Le stratifié en tenant compte des recommandations du fournisseur, doit être pouvoir être cisailé ou percé. On peut admettre un délaminage sur les tranches après découpe à la cisaille n'excédant pas l'épaisseur du matériau de base. Par contre, le délaminage au bord des trous percés, dû au procédé de perçage, ne peut être permis. Les trous percés doivent pouvoir être métallisés sans influence d'aucune exsudation de résine dans le trou.

6.6 Soudabilité

6.6.1 Etat de surface brut de presse (sans autre traitement de surface)

Quand la planche est essayée selon la méthode décrite en 3.10 de la CEI 249-1 et en accord avec les durées et températures spécifiées ci-dessous, les zones soudées doivent être couvertes par une couche de soudure lisse et brillante. Les défauts éparpillés, tels que piqûres, ne doivent pas représenter plus de 5% de la surface et ne doivent pas être localisés dans un seul endroit de la surface.

Pour savoir si les surfaces non mouillées ou démouillées peuvent être acceptées, on applique les critères de la figure 9 de la CEI 249-1.

Sur chaque lot de 10 éprouvettes, au moins six doivent subir l'essai avec succès.

a) Mouillage

Tableau 7 – Conditions de mouillage

Epaisseur nominale mm	Epaisseur du cuivre µm	Temps maximal de mouillage s	Température °C
0,5 jusqu'à 1,6	≤ 35 (≤ 305 g/m ² , ≤ 1 oz/ft ²)	2	235 ⁺⁵ ₀
Plus de 1,6 à 6,4	≤ 35 (≤ 305 g/m ² , ≤ 1 oz/ft ²)	3	235 ⁺⁵ ₀
0,5 jusqu'à 6,4	70 (610 g/m ² , 2 oz/ft ²)	3	235 ⁺⁵ ₀
0,5 jusqu'à 6,4	> 70 (> 610 g/m ² , > 2 oz/ft ²)	5	235 ⁺⁵ ₀

b) Démouillage

Les éprouvettes doivent rester en contact avec la soudure en fusion pendant 5⁺¹₀ s à 235 ⁺⁵₀ °C.

6.6.2 Finition dépolie

Non applicable.

6.5 Punching and machining

Punching is not applicable. The laminate shall, in accordance with the manufacturer's recommendations, be capable of being sheared or drilled. Delamination at the edges due to the shearing process may not exceed the thickness of the base material. Delamination at the edges of drilled holes due to the drilling process is not permissible. Drilled holes shall be capable of being through-plated with no interference from any exudations into the hole.

6.6 Solderability

6.6.1 Plate finish (without further surface treatment)

When the sheet is tested by the method described in 3.10 of IEC 249-1 and in accordance with the times and temperatures specified below, the soldered areas shall be covered with a smooth and bright solder coating. Scattered imperfections, such as pin-holes, shall not occur on more than 5% of the surface and shall not be concentrated in one area.

For the acceptability of the unwetted or dewetted areas, the criteria of figure 9 of IEC 249-1 apply.

At least six specimens of each batch of 10 shall pass the test.

a) Wetting

Table 7 - Wetting conditions

Nominal thickness mm	Thickness of copper µm	Maximum wetting time s	Temperature °C
0,5 up to 1,6	≤ 35 (≤ 305 g/m ² , ≤ 1 oz/ft ²)	2	235 ⁺⁵ ₀
Over 1,6 up to 6,4	≤ 35 (≤ 305 g/m ² , ≤ 1 oz/ft ²)	3	235 ⁺⁵ ₀
0,5 up to 6,4	70 (610 g/m ² , 2 oz/ft ²)	3	235 ⁺⁵ ₀
0,5 up to 6,4	> 70 (> 610 g/m ² , > 2 oz/ft ²)	5	235 ⁺⁵ ₀

b) Dewetting

Test specimens shall remain in contact with the molten solder for 5 ⁺¹₀ s at 235 ⁺⁵₀ °C.

6.6.2 Matt finish

Not applicable.

6.7 Stabilité dimensionnelle

Tableau 8 - Stabilité dimensionnelle

Propriétés	Méthode d'essai (paragraphe de la CEI 249-1)	Exigences
Stabilité dimensionnelle	3.11, mais $T = 170\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ $t = 45\text{ }^{+5}_{0}\text{ min.}$	0,5 mm/m max.

6.8 Tolérances des dimensions

6.8.1 Tolérances des dimensions des planches

Les dimensions des planches telles qu'elles sont livrées par le fournisseur doivent être conformes aux dimensions nominales avec une tolérance de $^{+10}_{0}\text{ mm}$.

6.8.2 Tolérances des dimensions des panneaux découpés

Les dimensions des panneaux doivent être conformes aux dimensions spécifiées dans la spécification de l'acheteur avec les tolérances suivantes sur la longueur et la largeur du panneau.

Tableau 9 - Tolérances admises sur les formats de panneaux découpés

Dimensions du panneau mm	Tolérance ± mm	
	Normale	Serrée
Jusqu'à 300	2	0,5
Plus de 300 à 600		0,8
Plus de 600		1,6
NOTE - Les tolérances spécifiées comprennent tous les écarts causés par le découpage des panneaux.		

6.7 Dimensional stability

Table 8 - Dimensional stability

Property	Test method (subclause of IEC 249-1)	Requirement
Dimensional stability	3.11, but $T = 170\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ $t = 45\text{ }^{+5}_0\text{ min.}$	0,5 mm/m max.

6.8 Size tolerances

6.8.1 Size tolerances for sheets

The size of the sheets as delivered by the supplier shall not deviate from the nominal size by more than $^{+10}_0$ mm.

6.8.2 Size tolerances for cut panels

For panels cut to size according to the purchaser's specification, the following tolerances for length and width shall apply:

Table 9 - Size tolerances for cut panels

Panel size mm	Tolerance ± mm	
	Normal	Close
Up to 300	2	0,5
Over 300 up to 600		0,8
Over 600		1,6
NOTE - The specified tolerances include all deviations caused by cutting the panels.		

6.9 Rectangularité des panneaux découpés

Tableau 10 - Rectangularité des panneaux découpés

Propriétés	Méthode d'essai (paragraphe de la CEI 249-1)	Exigences mm/m	
		Large	Normal
Rectangularité des panneaux découpés	3.15	3	2

7 Propriétés non électriques du matériau de base après enlèvement complet de la feuille de cuivre

7.1 Apparence du matériau de base

Le matériau de base doit être essentiellement exempt de creux, trous, rayures, porosités et inclusions étrangères (y compris les particules de résine préalablement durcies) et de couleur essentiellement uniforme. Une faible variation irrégulière de couleur est permise.

7.2 Contrainte de flexion

Tableau 11 - Contrainte de flexion

Propriétés	Méthode d'essai (paragraphe de la CEI 249-1)	Exigences
Contrainte de flexion (applicable aux planches d'épaisseur nominale au moins égale à 1,0 mm (0,039 in))	4.1	Pas inférieure à: 300 N/mm ² (43,500 lbf/in ²)

6.9 Rectangularity of cut panels

Table 10 - Rectangularity of cut panels

Property	Test method (subclause of IEC 249-1)	Requirement mm/m	
		Large	Normal
Rectangularity of cut panels	3.15	3	2

7 Non-electrical properties of the base material after complete removal of the copper foil

7.1 Appearance of the base material

The base material shall be substantially free from pits, holes, scratches, porosity and foreign inclusions (including precured resin particles), and substantially uniform in colour. A small amount of irregular variation in colour is permissible.

7.2 Flexural strength

Table 11 - Flexural strength

Property	Test method (subclause of IEC 249-1)	Requirement
Flexural strength (applicable to sheets not thinner than 1,0 mm (0,039 in) nominal thickness)	4.1	Not less than 300 N/mm ² (43,500 lbf/in ²)

7.3 Inflammabilité

Tableau 12 - Inflammabilité

Propriétés	Méthode d'essai (paragraphe de la CEI 249-1)	Exigences
Inflammabilité (Essai de combustion verticale)	4.3.4	Désignation FV 1
Temps de combustion avec flamme après chaque application de la flamme à chaque éprouvette		≤ 30 s
Totalité du temps de combustion avec flamme pour les 10 applications de la flamme pour chaque jeu de cinq éprouvettes		≤ 250 s
Temps de combustion sans flamme après le deuxième retrait de la flamme		≤ 60 s
Combustion avec ou sans flamme jusqu'à la pince de fixation		Aucune
Chute de particules enflammées mettant le feu au papier de soie		Aucune

7.4 Absorption d'eau

Tableau 13 - Absorption d'eau

Propriétés	Méthode d'essai (paragraphe de la CEI 249-1)	Exigences		
Absorption d'eau	4.4	Epaisseur nominale		mg (max.)
		mm	in	
		0,5	0,020	25
		0,7	0,028	25
		0,8	0,031	25
		1,0	0,039	25
		1,2	0,047	25
		1,5	0,059	29
		1,6	0,063	29
		2,0	0,079	30
		2,4	0,094	33
		3,2	0,125	39
6,4	0,250	45		
NOTE - Pour les épaisseurs autres que celles de ce tableau, les exigences de l'épaisseur immédiatement supérieure doivent être appliquées.				