

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60249-2-4

Deuxième édition
Second edition
1987-06

Matériaux de base pour circuits imprimés

Deuxième partie: Spécifications

Spécification n° 4: Feuille de tissu de verre époxyde
recouverte de cuivre, de qualité courante

Base materials for printed circuits

Part 2: Specifications

Specification No 4: Epoxide woven glass fabric
copper-clad laminated sheet, general purpose grade



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60249-2-4: 1987

Numéros des publications

Depuis le 1er 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**

60249-2-4

Deuxième édition
Second edition
1987-06

Matériaux de base pour circuits imprimés

Deuxième partie: Spécifications

Spécification n° 4: Feuille de tissu de verre époxyde
recouverte de cuivre, de qualité courante

Base materials for printed circuits

Part 2: Specifications

Specification No 4: Epoxide woven glass fabric
copper-clad laminated sheet, general purpose grade

© IEC 1987 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 photo-
copie 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.

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembé Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

L

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

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
Articles	
1. Domaine d'application	6
2. Matériaux et construction	6
3. Marquage interne	6
4. Propriétés électriques	8
5. Propriétés non électriques de la feuille isolante recouverte de cuivre	8
6. Propriétés non électriques du matériau de base après enlèvement complet de la feuille de cuivre	18
7. Emballage et marquage	22
8. Essais de réception	22

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
1. Scope	7
2. Materials and construction	7
3. Internal marking	7
4. Electrical properties	9
5. Non-electrical properties of the copper-clad sheet	9
6. Non-electrical properties of the base material after complete removal of the copper foil	19
7. Packaging and marking	23
8. Acceptance testing	23

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MATÉRIAUX DE BASE POUR CIRCUITS IMPRIMÉS**Deuxième partie: Spécifications****Spécification n° 4: Feuille de tissu de verre époxyde recouverte de cuivre,
de qualité courante****PRÉAMBULE**

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

PRÉFACE

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

Cette deuxième édition remplace la première édition de la Spécification n° 4 qui était incluse dans la Publication 249-2 de la CEI.

La présente norme constitue la Spécification n° 4 d'une série de publications, laquelle remplacera les spécifications comprises à l'origine dans la Publication 249-2 de la CEI et pourra aussi inclure de nouvelles spécifications.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote	Procédure des Deux Mois	Rapport de vote
52(BC)239	52(BC)268	52(BC)254	52(BC)282

Pour de plus amples renseignements, consulter les rapports de vote correspondants, mentionnés dans le tableau ci-dessus.

Les publications suivantes de la CEI sont citées dans la présente norme:

- Publications n°s 249-1 (1982): Matériaux de base pour circuits imprimés, Première partie: Méthodes d'essai.
 249-3A (1976): 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.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

BASE MATERIALS FOR PRINTED CIRCUITS**Part 2: Specifications****Specification No. 4: Epoxide woven glass fabric copper-clad laminated sheet,
general purpose grade****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.

PREFACE

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

This second edition replaces the first edition of Specification No. 4 which was included in IEC Publication 249-2.

This standard forms Specification No. 4 of a publication series which will replace the specifications originally included in IEC Publication 249-2 and will also include new specifications.

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

Six Months' Rule	Report on Voting	Two Months' Procedure	Report on Voting
52(CO)239	52(CO)268	52(CO)254	52(CO)282

Further information can be found in the relevant Reports on Voting indicated in the table above.

The following IEC publications are quoted in this standard:

- Publications Nos. 249-1 (1982): Base Materials for Printed Circuits, Part 1: Test Methods.
 249-3A (1976): Part 3: Special materials used in connection with printed circuits. First supplement:
 Specification No. 2: Specification for copper foil for use in the manufacture of
 copper-clad base materials.

MATÉRIAUX DE BASE POUR CIRCUITS IMPRIMÉS

Deuxième partie: Spécifications

Spécification n° 4: Feuille de tissu de verre époxyde recouverte de cuivre, de qualité courante

1. Domaine d'application

Cette spécification donne les exigences concernant les propriétés de feuilles de tissu de verre époxyde recouvertes de cuivre, de qualité courante, d'épaisseur de 0,5 mm à 6,4 mm.

Note. — Pour désigner ce matériau, on peut utiliser la référence: 249-2-4-IEC-EP-GC-Cu; s'il n'y a pas de confusion possible, on peut utiliser aussi la désignation plus brève IEC-249-2-4.

2. 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.

2.1 Base isolante

Laminé à base de tissu de verre collé avec de la résine époxyde.

2.2 Feuille de métal

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

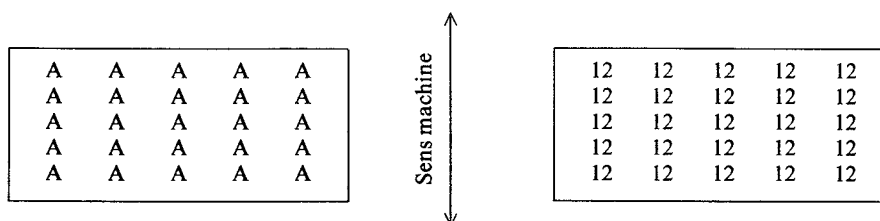
Les feuilles préférentielles sont du type A (cuivre électrodéposé) à ductilité normale.

3. Marquage interne

Chaque feuille devrait comprendre une marque d'identification du fabricant qui doit être:

- a) en noir ou autre couleur à ne pas confondre avec le rouge (la couleur rouge ne doit pas être utilisée, car elle est réservée aux matériaux d'inflammabilité définie);
- b) répétée à intervalles tels qu'aucun point de la planche ne soit à plus de 75 mm (3 in) environ du point le plus éloigné de la marque la plus proche;
- c) imprimée de telle sorte qu'elle indique le sens de défilement du matériau sous la machine; si des lettres ou des chiffres sont utilisés, ils doivent être orientés de manière à être lisibles dans les sens de la machine.

Exemples:



BASE MATERIALS FOR PRINTED CIRCUITS

Part 2: Specifications

Specification No. 4: Epoxide woven glass fabric copper-clad laminated sheet, general purpose grade

1. Scope

This specification gives requirements for properties of epoxide woven glass fabric copper-clad laminated sheet, general purpose grade, in thicknesses of 0.5 mm up to 6.4 mm.

Note. — To designate this material, the reference: 249-2-4-IEC-EP-GC-Cu may be used; if there is no risk of confusion, the type designation may be abbreviated to read IEC-249-2-4.

2. Materials and construction

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

2.1 Insulating base

Epoxide resin bonded woven glass fabric laminate.

2.2 Metal foil

Copper as specified in IEC Publication 249-3A: First Supplement to Publication 249-3: Base Materials for Printed Circuits, Part 3: Special Materials Used in Connection with Printed Circuits — Specification No. 2: Specification for Copper Foil for Use in the Manufacture of Copper-clad Base Materials.

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

3. Internal marking

Each sheet should bear a manufacturer's identification mark that is:

- in black or some other colour not to be confused with red (red colour shall not be used as this indicates a material of defined flammability);
- repeated at intervals so that no part of the sheet is further than 75 mm (3 in) from the furthest point of the nearest mark;
- printed so as to indicate the machine direction of the filling material; if letters or numbers are used, these shall be upright in the machine direction.

Examples:

A	A	A	A	A
A	A	A	A	A
A	A	A	A	A
A	A	A	A	A
A	A	A	A	A

Machine direction
↑
↓

12	12	12	12	12
12	12	12	12	12
12	12	12	12	12
12	12	12	12	12
12	12	12	12	12

4. Propriétés électriques

TABLEAU I

Propriété	Méthode d'essai (Paragraphe de la Publication 249-1 de la CEI)*	Exigences
Résistance de la feuille	2.1	Comme spécifié dans la Publication 249-3A de la CEI
Résistance superficielle, mesure effectuée dans la chambre climatique (facultatif)	2.2	10 000 M Ω min.
Résistance superficielle après reprise	2.2	50 000 M Ω min.
Résistivité transversale, mesure effectuée dans la chambre climatique (facultatif)	2.3	5 000 M Ω m min.
Résistivité transversale après reprise	2.3	10 000 M Ω 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 5,5
Facteur de dissipation diélectrique après chaleur humide et reprise	2.7	La valeur moyenne ne doit pas être supérieure à 0,035
Résistance superficielle à 125 °C	2.9.1	1 000 M Ω min.
Résistivité transversale à 125 °C	2.9.1	1 000 M Ω m min.

* Matériaux de base pour circuits imprimés, Première partie: Méthodes d'essai.

5. Propriétés non électriques de la feuille isolante recouverte de cuivre

5.1 Aspect de la face plaquée cuivre

5.1.1 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 g/cm³ ou à l'aide d'un solvant organique convenable.

5.1.2 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 du paragraphe 5.1.1; les conditions d'inspection sont celles du paragraphe 3.9 de la Publication 249-1 de la CEI.

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

4. Electrical properties

TABLE I

Property	Test method (Sub-clause of IEC Publication 249-1)*	Requirement
Resistance of foil	2.1	As specified in IEC Publication 249-3A
Surface resistance while in the humidity chamber (optional)	2.2	10 000 MΩ min.
Surface resistance after recovery	2.2	50 000 MΩ min.
Volume resistivity while in the humidity chamber (optional)	2.3	5 000 MΩm min.
Volume resistivity after recovery	2.3	10 000 MΩm 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 5.5
Dielectric dissipation factor after damp heat and recovery	2.7	The average value shall not exceed 0.035
Surface resistance at 125°C	2.9.1	1 000 MΩ min.
Volume resistivity at 125°C	2.9.1	1 000 MΩm min.

* Base Materials for Printed Circuits, Part 1: Test Methods.

5. Non-electrical properties of the copper-clad sheet

5.1 *Appearance of the copper-clad face*

5.1.1 *Normal surface finish*

The copper-clad face shall be substantially free from blisters, wrinkles, pinholes, 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.

5.1.2 *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 Sub-clause 5.1.1 when inspected in accordance with Sub-clause 3.9 of IEC Publication 249-1.

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

La surface de la feuille de cuivre doit être exempte de rayures de profondeur supérieure à 0,010 mm (0,0004 in), ou $\frac{1}{3}$ 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 mm (0,0002 in) mais inférieure à 0,010 mm (0,0004 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 μm et 70 μm (305 g/m² et 610 g/m², 1 oz/ft² et 2 oz/ft²). Les rayures autorisées sur les feuilles de 18 μm (152 g/m², 0,5 oz/ft²) sont encore à l'étude.

La surface totale de toutes les piqûres dans une surface de 0,5 m² (5,4 ft²) ne doit pas dépasser 0,012 mm² ($2 \cdot 10^{-5}$ in²).

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

TABLEAU II
Types, dimensions et nombre d'imperfections admis

Types	Dimensions (longueur si rien d'autre n'est indiqué)		Nombre d'imperfections admis	
	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 × 300 mm (12 in × 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.				

Notes 1. — 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 × 300 mm (12 in × 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 × 300 mm (12 in × 12 in).

2. — Pour les panneaux découpés, les nombres et les dimensions maximales des imperfections peuvent être adoptés par accord entre acheteur et fournisseur.

5.2 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.

The surface of the copper foil shall be free from scratches of depth greater than 0.010 mm (0.0004 in), or $\frac{1}{5}$ 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 greater than 0.010 mm (0.0004 in) shall not exceed 1 m per square metre (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) foils are still under consideration.

The total area of all pinholes 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 the following table:

TABLE II
Types, sizes and permitted numbers 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 × 300 mm (12 in × 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	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.				

Notes 1. — For sheets of 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 × 300 mm (12 in × 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 × 300 mm (12 in × 12 in).

2. — For cut panels, the numbers and maximum sizes of imperfections may be agreed upon between purchaser and supplier.

5.2 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.

TABLEAU III

Epaisseur nominale		Tolérance ±			
mm	in	Tolérances larges		Tolérances serrées	
		mm	in	mm	in
0,5	0,020	A l'étude		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 les 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.

5.3 Courbure et vrillage maximaux

TABLEAU IV

Propriété	Méthode d'essai (Paragraphe de la Publication 249-1 de la CEI)	Exigences
Courbure	3.1	Ne doit pas dépasser la valeur donnée par la formule $D = d(L/1\ 000)^2$ mm dans laquelle L est la longueur de la règle, en millimètres d est la valeur donnée dans le tableau suivant
Vrillage	3.3	Ne doit pas dépasser la valeur donnée par la formule $D = d(L/1\ 000)^2$ mm dans laquelle L 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 d est la valeur donnée dans le tableau suivant

TABLE III

Nominal thickness		Tolerance ±			
mm	in	Coarse		Close	
		mm	in	mm	in
0.5	0.020	Under consideration		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 thicknesses and tolerances do not apply to the outer 25 mm of the trimmed laminated sheet as manufactured and provided 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% of 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 the table.

5.3 Maximum bow and twist

TABLE IV

Property	Test method (Sub-clause of IEC Publication 249-1)	Requirement
Bow	3.1	Shall not exceed the value given by the formula $D = d(L/1\ 000)^2$ mm, where L is the length of the straight edge, in millimetres d is as given in the following table
Twist	3.3	Shall not exceed the value given by the formula $D = d(L/1\ 000)^2$ 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 the following table

TABLEAU V

Épaisseur nominale (mm)	Feuille de cuivre sur une face, <i>d</i>		Feuille de cuivre sur deux faces, <i>d</i>	
	Courbure		Vrillage	Courbure et vrillage
	Jusqu'à 35 µm*	Plus de 35 µm* à 70 µm*	Jusqu'à 70 µm*	Jusqu'à 70 µm*
0,8 à 1,2	34	46	30	15
Plus de 1,2 à 1,6	23	38	25	15
Plus de 1,6 à 6,4	11	20	15	10

* 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 supérieure à 70 µm (610 g/m², 2 oz/ft²) devront 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).

TABLE V

Nominal thickness (mm)	Copper foil on one side, <i>d</i>		Copper foil on both sides, <i>d</i>	
	Bow		Twist	Bow and twist
	Not over 35 µm*	Over 35 µm* to 70 µm*	Not over 70 µm*	Not over 70 µm*
0.8 to 1.2	34	46	30	15
Over 1.2 to 1.6	23	38	25	15
Over 1.6 to 6.4	11	20	15	10

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

Notes 1. — Limits for laminates clad with foil of nominal thickness greater than 70 µm (610 g/m², 2 oz/ft²) should 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).

5.4 Propriétés concernant l'adhérence de la feuille de cuivre

TABEAU VI

Propriété	Méthode d'essai (Paragraphe de la Publication 249-1 de la CEI)	Exigences
Force d'arrachement	3.5	Pas inférieure à 60 N (13,4 lbf)
Force d'adhérence après choc thermique de 20 s	3.6.2.1, 3.6.2.2 ou 3.6.2.3	Pas inférieure à 1,4 N/mm (8,0 lbf/in) pour un revêtement de cuivre au moins égal à 35 µm (305 g/m ² , 1 oz/ft ²)
Force d'adhérence après chaleur sèche à 125 °C	3.6.3	Pas inférieure à 1,1 N/mm (6,3 lbf/in) pour une feuille de cuivre de 18 µm (152 g/m ² , ½ oz/ft ²)
Force d'adhérence après exposition aux vapeurs de solvant 1,1,1-trichloréthane	3.6.4	Ni cloquage, ni délamination
Solvants autres que le trichloréthane		Selon accord entre acheteur et fournisseur
Force d'adhérence après conditions simulées de revêtement électrolytique	3.6.5	Pas inférieure à 1,1 N/mm (6,3 lbf/in) pour un revêtement de cuivre au moins égal à 35 µm (305 g/m ² , 1 oz/ft ²) Pas inférieure à 0,9 N/mm (5,1 lbf/in) pour une feuille de cuivre de 18 µm (152 g/m ² , ½ oz/ft ²)
Force d'adhérence à haute température Température 260 °C (facultatif)	3.6.7	Pas inférieure à 0,075 N/mm (0,43 lbf/in) pour un revêtement de cuivre au moins égal à 35 µm (305 g/m ² , 1 oz/ft ²)
Température 125 °C (facultatif)		Pas inférieure à 0,06 N/mm (0,33 lbf/in) pour une feuille de cuivre de 18 µm (152 g/m ² , ½ oz/ft ²)
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		Pas inférieure à 0,9 N/mm (5,2 lbf/in) pour un revêtement de cuivre au moins égal à 35 µm (305 g/m ² , 1 oz/ft ²) Pas inférieure à 0,7 N/mm (4,8 lbf/in) pour une feuille de cuivre de 18 µm (152 g/m ² , ½ oz/ft ²)
Cloquage après choc thermique de 20 s	3.7.2.1, 3.7.2.2 ou 3.7.2.3	Ni cloquage, ni délamination

5.5 Poinçonnage et usinabilité

Les méthodes d'essai concernant les propriétés d'aptitude au poinçonnage et à l'usinabilité et les exigences correspondantes doivent faire l'objet d'un accord entre acheteur et fournisseur.

5.4 *Properties related to the copper foil bond*

TABLE VI

Property	Test method (Sub-clause of IEC Publication 249-1)	Requirement
Pull-off strength	3.5	Not less than 60 N (13.4 lbf)
Peel strength after heat shock of 20 s	3.6.2.1, 3.6.2.2 or 3.6.2.3 3.6.3 3.6.4	Not less than 1.4 N/mm (8.0 lbf/in) for copper foil 35 μm (305 g/m ² , 1 oz/ft ²) and heavier
Peel strength after dry heat at 125°C		Not less than 1.1 N/mm (6.3 lbf/in) for copper foil 18 μm (152 g/m ² , ½ oz/ft ²)
Peel strength after exposure to solvent vapour 1,1,1-trichloroethane		No blistering or delamination
Solvents other than trichloroethane		As agreed upon between purchaser and supplier
Peel strength after simulated plating	3.6.5	Not less than 1.1 N/mm (6.3 lbf/in) for copper foil 35 μm (305 g/m ² , 1 oz/ft ²) and heavier Not less than 0.9 N/mm (5.1 lbf/in) for copper foil 18 μm (152 g/m ² , ½ oz/ft ²)
Peel strength at high temperature	3.6.7	Not less than 0.075 N/mm (0.43 lbf/in) for copper foil 35 μm (305 g/m ² , 1 oz/ft ²) and heavier
Temperature 260°C (optional)		Not less than 0.06 N/mm (0.33 lbf/in) for copper foil 18 μm (152 g/m ² , ½ oz/ft ²)
Temperature 125°C (optional)		Not less than 0.9 N/mm (5.2 lbf/in) for copper foil 35 μm (305 g/m ² , 1 oz/ft ²) and heavier Not less than 0.7 N/mm (4.8 lbf/in) for copper foil 18 μm (152 g/m ² , ½ oz/ft ²)
<i>Note.</i> — In case of difficulties due to breaking of 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 larger than 3 mm		
Blistering after 20 s heat shock	3.7.2.1, 3.7.2.2 or 3.7.2.3	No blistering or delamination

5.5 *Punching and machining*

Methods of test for punching and machining properties and requirements for these are matters for agreement between purchaser and supplier.

5.6 Soudabilité

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

Quand la planche est essayée selon la méthode décrite au paragraphe 3.10 de la Publication 249-1 de la CEI 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 Publication 249-1 de la CEI.

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

a) Mouillage

TABLEAU VII

Epaisseur nominale	Epaisseur du cuivre	Temps maximal de mouillage	Température
mm	µm	s	°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

b) Démouillage

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

Note. — Pour des épaisseurs de cuivre supérieures à 70 µm (610 g/m², 2 oz/ft²), les durées du mouillage et du démoillage peuvent faire l'objet d'un accord entre acheteur et fournisseur.

5.6.2 Finition dépolie

Non applicable.

5.7 Stabilité dimensionnelle

TABLEAU VIII

Propriété	Méthode d'essai (Paragraphe de la Publication 249-1 de la CEI)	Exigences
Stabilité dimensionnelle	3.11, mais $T = 150 \pm 2^\circ\text{C}$ $t = 30^{+5}_0 \text{ min}$	A l'étude

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

6.1 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.

5.6 Solderability

5.6.1 Plate finish (without further surface treatment)

When the sheet is tested by the method described in Sub-clause 3.10 of IEC Publication 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 Publication 249-1 apply.

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

a) Wetting

TABLE VII

Nominal thickness	Thickness of copper	Maximum wetting time	Temperature
mm	µm	s	°C
0.5 up to 1.6	35 (305 g/m ² , 1 oz/ft ²)	2	235 ⁺⁵ ₀
Over 1.6 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

b) Dewetting

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

Note. — For thicknesses of copper greater than 70 µm (610 g/m², 2 oz/ft²), the wetting and dewetting times may be agreed upon between purchaser and supplier.

5.6.2 Mat finish

Not applicable.

5.7 Dimensional stability

TABLE VIII

Property	Test method (Sub-clause of IEC Publication 249-1)	Requirement
Dimensional stability	3.11, but $T = 150 \pm 2^\circ\text{C}$ $t = 30^{+5}_0 \text{ min}$	Under consideration

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

6.1 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 of colour is permissible.

6.2 Contrainte de flexion

TABLEAU IX

Propriété	Méthode d'essai (Paragraphe de la Publication 249-1 de la CEI)	Exigences
Contrainte de flexion (appli- cable aux planches d'épaisseur nominale au moins égale à 1,0 mm (0,039 in))	4.1	Pas inférieure à: 30 000 N/cm ² (43 500 lbf/in ²)

6.3 Inflammabilité

Non applicable.

6.4 Absorption d'eau

TABLEAU X

Propriété	Méthode d'essai (Paragraphe de la Publication 249-1 de la CEI)	Exigences	
		Epaisseur nominale	mg (max.)
Absorption d'eau	4.4	mm	in
		0,5	0,020
		0,7	0,028
		0,8	0,031
		1,0	0,039
		1,2	0,047
		1,5	0,059
		1,6	0,063
		2,0	0,079
		2,4	0,094
		3,2	0,125
		6,4	0,250
		Pour les épaisseurs autres que celles de ce tableau, les exigences de l'épaisseur im- médiatement supérieure doivent être ap- pliquées	

6.5 Blanchiment au croisement des fibres

TABLEAU XI

Propriété	Méthode d'essai (Paragraphe de la Publication 249-1 de la CEI)	Exigences
Blanchiment au croisement des fibres	4.2	A l'étude