

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

IEC STANDARD

Publication 249-2 F

Première édition — First edition

1978

Sixième complément à la Publication 249-2 (1970)

Matériaux de base à recouvrement métallique pour circuits imprimés

Deuxième partie: Spécifications

Spécification N° 8 : Film flexible de polyester (PETP) recouvert de cuivre

Sixth supplement to Publication 249-2 (1970)

Metal-clad base materials for printed circuits

Part 2: Specifications

Specification No. 8: Flexible copper-clad polyester (PETP) film



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

Révision de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la Commission afin d'assurer qu'il reflète bien l'état actuel de la technique.

Les renseignements relatifs à ce travail de révision, à l'établissement des éditions révisées et aux mises à jour peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et en consultant les documents ci-dessous :

- **Bulletin de la CEI**
- **Rapport d'activité de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la Publication 50 de la CEI: Vocabulaire Electrotechnique International (V.E.I.), qui est établie sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini, l'Index général étant publié séparément. Des détails complets sur le V.E.I. peuvent être obtenus sur demande.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit repris du V.E.I., soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, symboles littéraux et signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera :

- la Publication 27 de la CEI: Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique ;
- la Publication 117 de la CEI: Symboles graphiques recommandés.

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit repris des Publications 27 ou 117 de la CEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Autres publications de la CEI établies par le même Comité d'Etudes

L'attention du lecteur est attirée sur la page 3 de la couverture, qui énumère les autres publications de la CEI préparées par le Comité d'Etudes qui a établi la présente publication.

Revision 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 on the work of revision, the issue of revised editions and amendment sheets may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **Report on IEC Activities**
Published yearly
- **Catalogue of IEC Publications**
Published yearly

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC Publication 50: International Electrotechnical Vocabulary (I.E.V.), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field, the General Index being published as a separate booklet. Full details of the I.E.V. will be supplied on request.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the I.E.V. or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to:

- IEC Publication 27: Letter symbols to be used in electrical technology ;
- IEC Publication 117: Recommended graphical symbols.

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC Publications 27 or 117, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Other IEC publications prepared by the same Technical Committee

The attention of readers is drawn to the inside of the back cover, which lists other IEC publications issued by the Technical Committee which has prepared the present publication.

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

IEC STANDARD

Publication 249-2 F

Première édition — First edition

1978

Sixième complément à la Publication 249-2 (1970)

Matériaux de base à recouvrement métallique pour circuits imprimés

Deuxième partie: Spécifications

Spécification N° 8 : Film flexible de polyester (PETP) recouvert de cuivre

Sixth supplement to Publication 249-2 (1970)

Metal-clad base materials for printed circuits

Part 2: Specifications

Specification No. 8: Flexible copper-clad polyester (PETP) film

Descripteurs : circuits imprimés,
film de polyester recouvert de cuivre,
dimensions, exigences, essais,
propriétés.

Descriptors : printed circuits,
copper-clad polyester film,
dimensions, requirements,
testing, properties.



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

1, rue de Varembé

Genève, Suisse

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

Sixième complément à la Publication 249-2 (1970)

Matériaux de base à recouvrement métallique pour circuits imprimés

Deuxième partie : Spécifications

Spécification N° 8 : Film flexible de polyester (PETP) recouvert de cuivre

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.

Un projet fut discuté lors de la réunion tenue à Nice en 1976. A la suite de cette réunion, un projet, document 52(Bureau Central)131, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en décembre 1976.

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication:

Afrique du Sud (République d')	Espagne	Royaume-Uni
Allemagne	Etats-Unis d'Amérique	Suède
Australie	Finlande	Suisse
Belgique	Hongrie	Turquie
Canada	Italie	Union des Républiques
Danemark	Norvège	Socialistes Soviétiques
Egypte	Pologne	

Autres publications de la CEI citées dans la présente norme:

Publications n°s 249-1: Matériaux de base à recouvrement métallique pour circuits imprimés, Première partie: Méthodes d'essai.

249-1A: Premier complément à la Publication 249-1 (1968).

249-1C: Troisième complément à la Publication 249-1 (1968).

249-3A: Premier complément à la Publication 249-3 (1973), 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.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

Sixth supplement to Publication 249-2 (1970)
Metal-clad base materials for printed circuits
Part 2 : Specifications
Specification No. 8: Flexible copper-clad polyester (PETP) film

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.

A draft was discussed at the meeting held in Nice in 1976. As a result of this meeting, a draft, Document 52(Central Office)131, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in December 1976.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	Hungary	Switzerland
Belgium	Italy	Turkey
Canada	Norway	Union of Soviet
Denmark	Poland	Socialist Republics
Egypt	South Africa (Republic of)	United Kingdom
Finland	Spain	United States of America
Germany	Sweden	

Other IEC publications quoted in this standard:

Publications Nos. 249-1: Metal-clad Base Materials for Printed Circuits. Part 1: Test Methods.

249-1A: First Supplement to Publication 249-1 (1968).

249-1C: Third Supplement to Publication 249-1 (1968).

249-3A: First Supplement to Publication 249-3 (1973). 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.

Sixième complément à la Publication 249-2 (1970)
Matériaux de base à recouvrement métallique pour circuits imprimés
Deuxième partie : Spécifications

Après la page 52, ajouter :

SPÉCIFICATION N° 8 : FILM FLEXIBLE DE POLYESTER (PETP) RECOUVERT DE CUIVRE

1. Domaine d'application

Cette spécification donne les exigences concernant les propriétés des films flexibles de polyester (polyéthylène téréphtalate) (PETP) recouverts de cuivre.

Note. — Pour désigner ce matériau, on peut utiliser la référence 249-2-8-IEC-PETP-Cu.

Cette spécification comporte des essais facultatifs qui s'appliquent uniquement par accord entre acheteur et fournisseur. Les films cuivrés répondant à toutes les exigences des essais non marqués « facultatif » sont considérés comme conformes à cette spécification.

2. Matériaux et construction

Le matériau consiste en un film isolant flexible de polyester recouvert de cuivre sur une ou deux faces avec ou sans emploi d'un agent de liaison.

2.1 Base isolante

2.1.1 Film polyester

Film polyester (polyéthylène téréphtalate) dont les épaisseurs préférentielles et les tolérances sont données dans le tableau ci-dessous (mesures effectuées suivant la méthode du paragraphe 3.14* de la Publication 249-1 de la CEI: Matériaux de base à recouvrement métallique pour circuits imprimés, Première partie: Méthodes d'essai). D'autres épaisseurs peuvent être utilisées après accord entre acheteur et fournisseur.

Épaisseurs préférentielles et écarts admissibles pour le film de polyester

Épaisseur nominale		Ecart admissible en un point quelconque
(μm)	(in)	(%)
12	0,0005	± 15
23	0,0009	
36	0,0014	
50	0,002	
75	0,003	
100	0,004	
125	0,005	

2.1.2 Agent de liaison

Une couche de colle peut être utilisée entre le film de polyester et la feuille métallique.

* Sera inclus dans la future révision de la Publication 249-1 de la CEI.

Sixth supplement to Publication 249-2 (1970)
Metal-clad base materials for printed circuits
Part 2 : Specifications

After page 53, add:

SPECIFICATION No. 8 : FLEXIBLE COPPER-CLAD POLYESTER (PETP) FILM

1, Scope

This specification gives the requirements for properties of flexible copper-clad polyester (polyethylene terephthalate) (PETP) film.

Note. — To designate the material, the reference 249-2-8-IEC-PETP-Cu may be used.

The specification includes optional requirements which apply only by agreement between purchaser and supplier. Copper-clad film complying with all the requirements not marked "optional" shall be deemed to comply with this specification.

2. Materials and construction

The material consists of an insulating flexible polyester film base with copper foil bonded to one or both sides, with or without the use of an adhesive.

2.1 Insulating base

2.1.1 Polyester film

Polyester film (polyethylene terephthalate) of preferred thicknesses and permitted deviations as given in the following table when measured by the method of Sub-clause 3.14* of IEC Publication 249-1, Metal-clad Base Materials for Printed Circuits, Part 1: Test Methods. Other thicknesses may be used by agreement between purchaser and supplier.

Preferred thicknesses and permitted deviations of polyester film

Nominal thickness		Maximum permitted deviation at any point
(μm)	(in)	(%)
12	0.0005	} ± 15
23	0.0009	
36	0.0014	
50	0.002	
75	0.003	
100	0.004	
125	0.005	

2.1.2 Bonding medium

A layer of adhesive may be used between the polyester film and the metal foil.

* To be included in a future revision of IEC Publication 249-1.

2.2 Feuille métallique

Cuivre répondant à la Publication 249-3A de la CEI: Premier complément à la Publication 249-3 (1973), 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.

2.3 Combinaisons préférentielles de feuille de cuivre et de film polyester

Les épaisseurs nominales du tableau ci-dessous supposent la présence d'une couche de colle de 15 µm (0,0006 in) d'épaisseur entre le cuivre et le film. Elles doivent être modifiées pour toute autre épaisseur de la couche de colle.

	Feuille de cuivre		Epaisseur du film polyester — µm (in)						
	Masse surfacique g/m ² (oz/ft ²)	Epaisseur nominale µm (in)	12 (0,0005)	23 (0,0009)	36 (0,0014)	50 (0,002)	75 (0,003)	100 (0,004)	125 (0,005)
			Epaisseur nominale totale — µm (in)						
Une face cuivrée	152 (0,5)	18 (0,0007)	—	86 (0,0022)	—	—	—	—	—
	305 (1)	35 (0,0014)	—	—	86 (0,0034)	100 (0,0039)	125 (0,0049)	150 (0,0059)	175 (0,0069)
	610 (2)	70 (0,0028)	—	—	—	135 (0,0053)	160 (0,0063)	—	210 (0,0083)
Deux faces cuivrées	152 (0,5)	18 (0,0007)	—	89 (0,0035)	—	—	—	—	—
	305 (1)	35 (0,0014)	—	—	—	150 (0,0059)	175 (0,0069)	—	225 (0,0089)
	610 (2)	70 (0,0028)	—	—	—	220 (0,0087)	245 (0,0097)	—	295 (0,0116)

3. Marquage

Chaque paquet ou rouleau doit porter les indications suivantes:

- identification du fabricant;
- identification du film polyester;
- épaisseur nominale du film;
- type du cuivre (voir paragraphe 2.2);
- épaisseur nominale du cuivre;
- nombre des faces cuivrées;
- épaisseur nominale de chaque couche de colle;
- lot de fabrication et/ou n° du rouleau;
- longueur nominale et largeur du rouleau;
- direction du sens machine (pour le matériau en feuille seulement).

Ces informations peuvent être incorporées dans un code de références du fabricant.

2.2 Metal foil

Copper, as specified in IEC Publication 249-3A, First Supplement to Publication 249-3 (1973), 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.

2.3 Preferred combinations of copper foil and polyester film

The nominal thicknesses in the table below assume the presence of an adhesive layer 15 μm (0.0006 in) thick between the copper and the film, and will thus need adjusting for any other thickness of adhesive.

	Copper foil		Polyester film thickness — μm (in)						
	Mass per unit area g/m^2 (oz/ft ²)	Nominal thickness μm (in)	12 (0.0005)	23 (0.0009)	36 (0.0014)	50 (0.002)	75 (0.003)	100 (0.004)	125 (0.005)
			Nominal total thickness — μm (in)						
Foil one side	152 (0.5)	18 (0.0007)	—	56 (0.0022)	—	—	—	—	—
	305 (1)	35 (0.0014)	—	—	86 (0.0034)	100 (0.0039)	125 (0.0049)	150 (0.0059)	175 (0.0069)
	610 (2)	70 (0.0028)	—	—	—	135 (0.0053)	160 (0.0063)	—	210 (0.0083)
Foil both sides	152 (0.5)	18 (0.0007)	—	89 (0.0035)	—	—	—	—	—
	305 (1)	35 (0.0014)	—	—	—	150 (0.0059)	175 (0.0069)	—	225 (0.0089)
	610 (2)	70 (0.0028)	—	—	—	220 (0.0087)	245 (0.0097)	—	295 (0.0116)

3. Marking

Each package or roll shall be marked:

- to identify the manufacturer;
- to identify the film as polyester;
- to show the nominal thickness of the film;
- to show the type of copper (see Sub-clause 2.2);
- to show the nominal thickness of the copper foil;
- to show whether the foil is on one or both sides;
- to show the nominal thickness of each adhesive layer;
- to identify the batch or roll number or both;
- to show the nominal length and width of material on the roll;
- to show the machine direction (material supplied in sheets only);

This information may be incorporated into the manufacturer's reference code.

4. Propriétés électriques

Propriétés	Méthode d'essai de la Publication 249-1 de la CEI (paragraphe)	Exigences
Résistance de surface, mesure effectuée dans la chambre climatique	2.2	(A) A l'étude
Résistance de surface après chaleur humide et reprise	2.2	(B) $10^5 \text{ M}\Omega$ minimum
Résistivité transversale, mesure effectuée dans la chambre climatique	2.3	(A) A l'étude
Résistivité transversale après chaleur humide et reprise	2.3	(B) $10^6 \text{ M}\Omega \text{ m}$ minimum sur les films cuivrés sur deux faces seulement
Permittivité après chaleur humide (facultatif)	2.7	4,0 maximum
Facteur de dissipation après chaleur humide (facultatif)	2.7	0,035 maximum
Rigidité électrique normale au plan de la feuille (facultatif)	2.8	25 kV/mm (625 V/mil)

Note. — Les exigences marquées (A) et (B) sont à option: le choix entre elles est fait après accord entre acheteur et fournisseur.

5. Propriétés non électriques du film recouvert de cuivre

Quand le matériau est fourni en rouleau les exigences des paragraphes 5.1 et 5.2 s'appliquent seulement à la partie qui est à plus de 6 mm de chaque bord.

5.1 Aspect de la surface de la feuille de cuivre

5.1.1 Fini de surface normal

La surface du cuivre doit être pratiquement exempte de cloques, rides, trous d'épingles, rayures profondes, creux et colle. 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.

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 très étroits, les exigences suivantes s'ajoutent à celles du paragraphe 5.1.1, après accord entre fournisseur et acheteur; les conditions d'inspection sont celles de la Publication 249-1A de la CEI, paragraphe 3.9.

La surface de la feuille de cuivre est exempte de rayures de profondeur supérieure à $10 \text{ }\mu\text{m}$ ($0,0004 \text{ in}$). La longueur totale des rayures, de profondeur supérieure à $5 \text{ }\mu\text{m}$ ($0,0002 \text{ in}$) mais inférieure à $10 \text{ }\mu\text{m}$ ($0,0004 \text{ in}$) ne doit pas dépasser 1 m ($39,4 \text{ in}$) par 1 m^2 (10 ft^2) de la surface de cuivre.

4. Electrical properties

Property	Test method IEC Publication 249-1 (sub-clause)	Requirement
Surface resistance while in the humidity chamber	2.2	(A) Under consideration
Surface resistance after damp heat and recovery	2.2	(B) $10^5 \text{ M}\Omega$ minimum
Volume resistivity while in the humidity chamber	2.3	(A) Under consideration
Volume resistivity after damp heat and recovery	2.3	(B) $10^6 \text{ M}\Omega \text{ m}$ minimum on films clad both sides only
Permittivity after damp heat (optional)	2.7	4.0 maximum
Dissipation factor after damp heat (optional)	2.7	0.035 maximum
Electric strength normal to plane of sheet (optional)	2.8	25 kV/mm (625 V/mil)

Note. — Requirements marked (A) and (B) are alternatives; the choice between the two is to be agreed between purchaser and supplier.

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

When material is supplied in roll form, the requirements of Sub-clauses 5.1 and 5.2 shall apply only to material which is farther than 6 mm from each edge.

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, pin-holes, deep scratches, pits and adhesive. Any discoloration or contamination shall be readily removable with a hydrochloric acid solution of density 1.02 g/cm^3 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 the following requirements shall apply in addition to those of Sub-clause 5.1.1 when agreed upon between supplier and purchaser and when inspected in accordance with IEC Publication 249-1A, Sub-clause 3.9.

The surface of the copper foil shall be free from scratches of depth greater than $10 \mu\text{m}$ (0.0004 in). The total length of scratches of depth greater than $5 \mu\text{m}$ (0.0002 in) but not greater than $10 \mu\text{m}$ (0.0004 in) shall not exceed 1 m (39.4 in) per 1 m^2 (10 ft^2) of the copper surface.

Cette exigence s'applique aux feuilles de 305 g/m² et 610 g/m² (1 oz/ft² et 2 oz/ft²). Les rayures autorisées sur les feuilles de 152 g/m² (0,5 oz/ft²) sont encore à l'étude.

La surface totale des trous d'épingle dans une surface de cuivre de 0,5 m² (5 ft²) ne doit pas dépasser celle d'un cercle de diamètre 0,125 mm (0,005 in).

Aucun matériau ne doit avoir plus de défauts des types ci-dessous qu'il n'est permis dans le tableau suivant:

Défauts autorisés dans un cuivre ayant une surface de haute qualité

Types	Dimension — mm (in) (longueur si non spécifié autrement)		Nombre maximal de défauts autorisés	
	Au-dessus de	Pas plus de	Dans une surface de 1 m ² (10 ft ²)	Dans une surface de 0,1 m ² (1 ft ²)
Inclusions dans la surface de cuivre	0	0,1 (0,004)	Non limité	Non limité
	0,1 (0,004)	0,25 (0,01)	30	4
	0,25 (0,01)	—	0	0
Enfoncements*	0	0,25 (0,01)	Non limité	Non limité
	0,25 (0,01)	3,0 (0,12) ou largeur	30	7
	0,5 (0,02)	1,0 (0,04)	11	3
	1,25 (0,05)	—	3	1
	3,0 (0,12) ou largeur 1,0 (0,04)	—	0	0

Note. — Pour les plaques coupées de surface inférieure à 0,1 m² (1 ft²), les nombres et les dimensions maximales des défauts sont déterminés après accord entre fournisseur et acheteur.

* *Note explicative.* — Cette exigence doit être comprise de la façon suivante: Le nombre maximal autorisé, dans une surface quelconque de 1 m², pour les enfoncements d'une longueur supérieure à 0,25 mm (0,01 in) est 30; parmi ceux-ci aucun ne doit dépasser une longueur de 3,0 mm (0,12 in) ou une largeur de 1,0 mm (0,04 in), trois peuvent dépasser une longueur de 1,25 mm (0,05 in) et 11 peuvent dépasser une longueur de 0,5 mm (0,02 in).

5.2 Inclusions entre film et cuivre

Les surfaces des délaminations observées entre le film et le cuivre, causées par des inclusions d'air, ou des matières étrangères, ne doivent pas dépasser celles autorisées dans le tableau ci-après, l'inspection du matériau étant faite selon la méthode de la Publication 249-1 de la CEI, paragraphe 3.9.

La qualité normale définie dans le tableau s'applique à moins que, après accord entre fournisseur et acheteur, il n'ait été défini une surface de haute qualité.

This requirement applies to the surface of 305 g/m² and 610 g/m² (1 oz/ft² and 2 oz/ft²) foils. Permitted scratches on surfaces of 152 g/m² (0.5 oz/ft²) foil are still under consideration.

The total area of any pin-holes in an area of 0.5 m² (5 ft²) shall not exceed the area of a circle of diameter 0.125 mm (0.005 in).

No material shall have more imperfections of the types listed than those permitted in the following table:

Permitted imperfections in a high-quality copper surface

Types	Size — mm (in) (length unless otherwise shown)		Maximum number of imperfections permitted	
	Above	Not above	In any area of 1 m ² (10 ft ²)	In any area of 0.1 m ² (1 ft ²)
Inclusions in the copper surface	0	0.1 (0.004)	Any number	Any number
	0.1 (0.004)	0.25 (0.01)	30	4
	0.25 (0.01)	—	0	0
Indentations*	0	0.25 (0.01)	Any number	Any number
	0.25 (0.01)	3.0 (0.12) or width	30	7
	0.5 (0.02)	1.0 (0.04)	11	3
	1.25 (0.05)	—	3	1
	3.0 (0.12) or width	—	0	0
	1.0 (0.04)	—	0	0

Note. — For cut panels smaller than 0.1 m² (1 ft²) in area, the numbers and maximum sizes of imperfections shall be as agreed between supplier and purchaser.

* *Explanatory note.* — This requirement may be stated: The maximum permitted number of indentations in any area of 1 m² with length greater than 0.25 mm (0.01 in) is 30, of which none shall exceed a length of 3.0 mm (0.12 in) or width of 1.0 mm (0.04 in), three may exceed a length of 1.25 mm (0.05 in) and 11 may exceed a length of 0.5 mm (0.02 in).

5.2 Inclusions between film and copper

There shall be no more areas of delamination observed between the film and the copper caused by inclusions of air or foreign matter than those permitted in the following table, when the material is inspected in accordance with the method of IEC Publication 249-1, Sub-clause 3.9.

The normal standard defined in the table shall apply unless the high-quality standard has been agreed between supplier and purchaser.

Inclusions admises entre film et cuivre

Dimension maximale de la surface délaminée mm (in)		Nombre maximal d'inclusions autorisé			
		Qualité normale		Haute qualité (facultatif)	
Au-dessus de	Pas plus de	Dans une surface de 1 m ² (10 ft ²)	Dans une surface de 0,1 m ² (1 ft ²)	Dans une surface de 1 m ² (10 ft ²)	Dans une surface de 0,1 m ² (1 ft ²)
0	0,25 (0,01)	Non limité	Non limité	Non limité	Non limité
0,25 (0,01)	0,5 (0,02)	Non limité	Non limité	150	30
0,5 (0,02)	1,0 (0,04)	150	30	30	8
1,0 (0,04)	2,0 (0,08)	25	5	10	2
2,0 (0,08)	—	0	0	0	0

Notes 1. — (Paragraphe 5.2) Pour les plaques de surfaces inférieures à 0,1 m² (1 ft²), le nombre maximal d'inclusions autorisé est déterminé par accord entre fournisseur et acheteur.

2. — (Paragraphe 5.1 et 5.2) *Matériau fourni en rouleaux*

Les parties de matériau ne répondant pas aux exigences des paragraphes 5.1 et 5.2 peuvent être laissées dans le rouleau pour éviter des coupes, à condition que les parties défectueuses, qui seront censées avoir une longueur minimale de 0,3 m (1 ft), soient clairement marquées par un « drapeau » visible sur le bord du rouleau, et à condition aussi que les longueurs défectueuses ne soient pas comprises dans les quantités nécessaires pour remplir une disposition quelconque de la présente spécification.

5.3 *Épaisseur*

Mesurée conformément au paragraphe 3.14* de la Publication 249-1 de la CEI, l'épaisseur du film recouvert de cuivre ne doit s'écarter en aucun point de plus de 15% de l'épaisseur totale de ses divers composants.

Pour les combinaisons préférentielles de cuivre et de film utilisant une couche de colle de 15 µm (0,0006 in) d'épaisseur, l'épaisseur nominale totale est indiquée au paragraphe 2.3.

5.4 *Soudabilité*

A l'étude.

La méthode du paragraphe 3.10 de la Publication 249-1C de la CEI est trop sévère pour être appliquée à ce matériau.

* Sera inclus dans la future révision de la Publication 249-1 de la CEI.

Permitted inclusions between film and copper

Maximum dimension of delaminated area mm (in)		Maximum permitted number of inclusions			
		Normal standard		High-quality standard (optional)	
Above	Not above	In any area of 1 m ² (10 ft ²)	In any area of 0.1 m ² (1 ft ²)	In any area of 1 m ² (10 ft ²)	In any area of 0.1 m ² (1 ft ²)
0	0.25 (0.01)	Any number	Any number	Any number	Any number
0.25 (0.01)	0.5 (0.02)	Any number	Any number	150	30
0.5 (0.02)	1.0 (0.04)	150	30	30	8
1.0 (0.04)	2.0 (0.08)	25	5	10	2
2.0 (0.08)	—	0	0	0	0

Notes 1. — (Sub-clause 5.2) For any panels smaller than 0.1 m² (1 ft²) in area, the numbers and maximum sizes of delaminated areas permitted shall be as agreed between supplier and purchaser.

2. — (Sub-clauses 5.1 and 5.2) *Materials supplied in roll form*

Materials failing to meet the requirements of Sub-clauses 5.1 and 5.2 may be left on the roll to avoid the need for cutting and splicing provided that failed lengths, which shall be considered to be not less than 0.3 m (1 ft) long, are clearly marked with a "flag" which shall be visible from the edge of the roll, and provided also that failed lengths are not included in any statement of material quantity claimed to meet this specification.

5.3 Thickness

When measured in accordance with IEC Publication 249-1, Sub-clause 3.14*, the thickness of the copper-clad film shall not differ at any point from the sum of the nominal thicknesses of its component layers by more than 15%.

For preferred combinations of copper and film using adhesive layers 15 µm (0.0006 in) thick, the total nominal thicknesses are shown in Sub-clause 2.3.

5.4 Solderability

Under consideration.

The method given in IEC Publication 249-1C, Sub-clause 3.10, is too severe to be applied to this material.

* To be included in a future revision of IEC Publication 249-1.

5.5 Autres caractéristiques des films recouverts de cuivre

Propriétés	Méthode d'essai de la Publication 249-1 de la CEI (paragraphe)	Exigences
Force d'adhérence à la livraison	3.6	0,5 N/mm (2,9 lbf/in) minimum
Force d'adhérence après séjour de 30 min à 125 °C (chaleur sèche) (facultatif)	3.6.3	0,5 N/mm (2,9 lbf/in) minimum Ni cloquage, ni délamination
Rétention de la force d'adhérence après immersion dans un solvant Solvants: 1.1.1 Trichloroéthane et isopropanol	3.6.6	75% minimum Ni cloquage, ni délamination, ni viscosité, ni changement de couleur
Rétention de la force d'adhérence après métallisation simulée (facultatif)	3.6.5	75% minimum
Changement dimensionnel après gravure (séquence 1 seulement)	3.11 *	5,0 mm/m maximum dans une direction quelconque
Changement dimensionnel après gravure et chauffage séquences 1 et 2 (facultatif)	3.11 *	Accord entre fournisseur et acheteur
Fatigue à la flexion (facultatif)	3.12 *	Accord entre fournisseur et acheteur

* Sera inclus dans la future révision de la Publication 249-1 de la CEI.

6. Emballage

Les matériaux fournis en rouleaux doivent être solidement enroulés sur mandrin de diamètre intérieur minimal de 50 mm (2 in) et suivant accord entre fournisseur et acheteur. Les matériaux fournis en rouleau, en feuilles ou en plaques doivent être emballés dans des caisses ou des cadres de façon à éviter les dommages et la contamination pendant le transport et le stockage.

7. Exigences supplémentaires pour les matériaux fournis en rouleaux

- 7.1 La tolérance sur la largeur nominale des rouleaux livrés en largeur de fabrication est de ± 25 mm (1 in).
- 7.2 La tolérance sur la largeur nominale des rouleaux livrés refendus à largeur déterminée est de $\pm 1,5$ mm (0.059 in).
- 7.3 La tolérance sur la longueur nominale des rouleaux est de $\pm 1\%$.
- 7.4 Les rouleaux ne doivent pas avoir plus de deux coupures dans chaque longueur de 100 m (330 ft), excepté pour les matériaux refendus à largeur déterminée pour lesquels cinq coupures par 100 m (330 ft) sont autorisées.