

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
IEC STANDARD

Publication 326-3A

1982

Premier complément à la Publication 326-3 (1980)

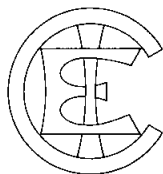
Cartes imprimées

Troisième partie: Etudes et application des cartes imprimées

First supplement to Publication 326-3 (1980)

Printed boards

Part 3: Design and use of printed boards



© CEI 1982

Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

3, 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**
- **Annuaire 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.

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 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**
- **IEC Yearbook**
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.

IEC publications prepared by the same Technical Committee

The attention of readers is drawn to the inside of the back cover, which lists 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 326-3A

1982

Premier complément à la Publication 326-3 (1980)

Cartes imprimées

Troisième partie: Etudes et application des cartes imprimées

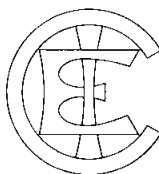
First supplement to Publication 326-3 (1980)

Printed boards

Part 3: Design and use of printed boards

Mots clés: cartes de circuits imprimés;
propriétés; application.

Key words: printed-circuit boards;
properties; application.



© CEI 1982

Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

3, rue de Varembe

Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
Paragraphe	
4.1 Matériaux	8
4.1.1 Généralités	8
4.1.2 Description générale des matériaux pour cartes imprimées	12
4.1.3 Propriétés particulières	16
4.2 Revêtements de finition	16
4.2.1 Revêtements métalliques de finition	16
4.2.2 Revêtements non métalliques de finition	20

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Sub-clause	
4.1 Materials	9
4.1.1 General	9
4.1.2 General description of materials for printed boards	13
4.1.3 Some particular properties	17
4.2 Surface finishes	17
4.2.1 Metallic finishes	17
4.2.2 Non-metallic finishes	21

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

Premier complément à la Publication 326-3 (1980)**CARTES IMPRIMÉES****Troisième partie: Etudes et application des cartes imprimées**

PRÉAMBULE

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

PRÉFACE

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

Elle constitue le premier complément à la Publication 326-3 de la CEI: Cartes imprimées, Troisième partie: Etudes et application des cartes imprimées.

Un premier projet fut discuté lors de la réunion tenue à Baden-Baden en 1979. A la suite de cette réunion, un projet, document 52(Bureau Central)195, se rapportant au paragraphe 4.1: Matériaux, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en février 1980.

Des modifications, document 52(Bureau Central)210, furent soumises à l'approbation des Comités nationaux selon la Procédure des Deux Mois en janvier 1981.

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

Afrique du Sud (République d')	Espagne
Allemagne	Hongrie
Australie	Italie
Autriche	Japon
Belgique	Pays-Bas
Brésil	Roumanie
Bulgarie	Royaume-Uni
Chine	Suède
Corée (République de)	Suisse
Danemark	Turquie
Egypte	

Un premier projet fut discuté lors de la réunion tenue à Bruxelles en 1980. A la suite de cette réunion, un projet, document 52(Bureau Central)211, se rapportant au paragraphe 4.2: Revêtements de finition, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en janvier 1981.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

First supplement to Publication 326-3 (1980)**PRINTED BOARDS****Part 3: Design and use of printed boards**

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

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

It constitutes the first supplement to IEC Publication 326-3: Printed Boards, Part 3: Design and Use of Printed Boards.

A first draft was discussed at the meeting held in Baden-Baden in 1979. As a result of this meeting, a draft, Document 52(Central Office)195, dealing with Sub-clause 4.1: Materials, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in February 1980.

Amendments, Document 52(Central Office)210, were submitted to the National Committees for approval under the Two Months' Procedure in January 1981.

The National Committees of the following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	Japan
Austria	Korea (Republic of)
Belgium	Netherlands
Brazil	Romania
Bulgaria	South Africa (Republic of)
China	Spain
Denmark	Sweden
Egypt	Switzerland
Germany	Turkey
Hungary	United Kingdom
Italy	

A first draft was discussed at the meeting held in Brussels in 1980. As a result of this meeting, a draft, Document 52(Central Office)211, dealing with Sub-clause 4.2: Metallic Finishes, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in January 1981.

Les Comités nationaux des pays ci-après se sont prononcés explicitement en faveur de la publication:

Afrique du Sud (République d')	Italie
Allemagne	Japon
Australie	Norvège
Autriche	Pays-Bas
Belgique	Roumanie
Brésil	Royaume-Uni
Bulgarie	Suède
Chine	Suisse
Corée (République de)	Turquie
Egypte	Union des Républiques
Espagne	Socialistes Soviétiques
France	

Autres publications de la CEI citées dans la présente norme:

- Publications n^{os} 216: Guide pour la détermination des propriétés d'endurance thermique de matériaux isolants électriques.
- 249-1: Matériaux de base pour circuits imprimés. Première partie: Méthodes d'essai.
- 249-2: Deuxième partie: Spécifications.
- 326-2: Cartes imprimées, Deuxième partie. Méthodes d'essai.
- 326-3: Troisième partie: Etudes et application des cartes imprimées.

The National Committees of the following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	Netherlands
Austria	Norway
Belgium	Romania
Brazil	South Africa (Republic of)
Bulgaria	Spain
China	Sweden
Egypt	Switzerland
France	Turkey
Germany	Union of Soviet
Italy	Socialist Republics
Japan	United Kingdom
Korea (Republic of)	

Other IEC publications quoted in this standard:

- Publications Nos. 216: Guide for the Determination of Thermal Endurance Properties of Electrical Insulating Materials.
249-1: Base Materials for Printed Circuits, Part 1: Test Methods.
249-2: Part 2: Specifications.
326-2: Printed Boards, Part 2: Test Methods.
326-3: Part 3: Design and Use of Printed Boards.

Premier complément à la Publication 326-3 (1980)**CARTES IMPRIMÉES****Troisième partie: Etudes et application des cartes imprimées****Page 8****4.1 Matériaux**

Remplacer «A l'étude» par les nouveaux paragraphes suivants:

4.1.1 Généralités

Le responsable de l'étude d'une carte imprimée doit choisir des matériaux adéquats en prenant en considération:

- a) les méthodes de réalisation (soustractive, additive, semi-additive);
- b) le type de carte (simple face, double face, multicouche, flexible);
- c) les caractéristiques électriques;
- d) les caractéristiques mécaniques;
- e) les propriétés particulières, par exemple: caractéristiques d'inflammabilité et de combustion, d'usabilité, etc.

La méthode de réalisation permet de déterminer quel matériau doit être utilisé: plaqué (méthode soustractive) ou non plaqué (méthode additive ou semi-additive).

En conséquence, le matériau de base d'une carte imprimée sera:

- a) une planche de résine synthétique *plaquée cuivre* ou un film de polymère *plaqué cuivre* où les impressions conductrices sont obtenues par une élimination sélective de la feuille conductrice aux endroits non désirés, ou
- b) une planche de résine synthétique ou un film de polymère *non plaqués*, où les impressions conductrices sont obtenues par un dépôt sélectif de matériau conducteur sur le matériau de base non plaqué.

Dans le tableau I, les critères qualitatifs sont donnés pour choisir les matériaux de base pour cartes imprimées.

First supplement to Publication 326-3 (1980)**PRINTED BOARDS****Part 3: Design and use of printed boards**

Page 9**4.1 Materials**

Replace “Under consideration” by the following new sub-clauses:

4.1.1 General

The engineer concerned with the design of a printed board shall choose suitable materials taking into consideration:

- a) process to be used (subtractive, additive, semi-additive);
- b) type of board (single-sided, double-sided, multilayer, flexible);
- c) electrical properties;
- d) mechanical properties;
- e) special properties, for example flammability and burning characteristics, machinability, etc.

The process to be used determines whether a metal-clad base material (subtractive process) or an unclad base material (additive or semi-additive process) shall be used.

Consequently, the material for printed boards will be:

- a) *copper-clad* synthetic resin bonded sheet or *copper-clad* polymeric film, where the conductive patterns are obtained by selective removal of the unwanted portions of the conductive foil, or
- b) *unclad* synthetic resin bonded sheet or polymeric film, where the conductive patterns are obtained by selective deposition of conductive material on unclad base material.

In Table I, qualitative criteria are given for choosing materials for printed boards.

TABLEAU I

Premier guide pour le choix des matériaux de base pour cartes imprimées

	Cartes imprimées rigides				Cartes imprimées flexibles		
	Papier-résine phénolique	Papier-résine époxyde	Mat de verre-résine polyester	Tissu de verre-résine époxyde	Film de polyester	Film de polyimide	Film éthylène propylène perfluoré (FEP)
Caractéristiques mécaniques	0	0/+	+	++			
Caractéristiques électriques	0/+	+	+++	++	+++	+++	?
Résistance aux températures élevées d'utilisation	+	0/+	+	++	0/++	+++	?
Résistance à une forte humidité en utilisation	0	0	+	+	+	+	++
Résistance aux températures de brasage	+	+	+	++		0/+	0

où:

? signifie que les caractéristiques ne sont pas suffisamment connues pour figurer dans ce tableau

— peut créer des problèmes dans certaines conditions

0 = assez bon, ne crée normalement pas de problèmes dans la plupart des applications

+, ++, +++ = bon, très bon, excellent

De préférence, les matériaux normalisés à la CEI doivent être utilisés. La Publication 249 de la CEI: Matériaux de base, pour circuits imprimés, comprend les spécifications des matériaux plaqués cuivre rigides et flexibles et des feuilles de matériaux de collage servant à la réalisation des cartes imprimées multicouches.

S'il n'existe pas de spécifications reconnues pour le matériau requis, une spécification particulière précisant ses caractéristiques doit être établie.

Elle doit être rédigée de préférence:

- en utilisant les méthodes d'essai de la Publication 249-1 de la CEI: Matériaux de base pour circuits imprimés, Première partie: Méthodes d'essai;
- en suivant la disposition et la forme de la Publication 249-2 de la CEI: Matériaux de base pour circuits imprimés, Deuxième partie: Spécifications;
- en liaison avec le fournisseur du matériau.

Quand des propriétés particulières sont essentielles, celles-ci doivent être définies et spécifiées conjointement avec le fournisseur de matériau.

TABLE I

A first guide for choosing materials for printed boards

	Rigid printed boards				Flexible printed boards		
	Phenolic resin bonded paper	Epoxide resin bonded paper	Polyester resin bonded glass mat	Epoxide resin bonded glass fabric	Polyester film	Polyimide film	Fluorinated ethylene propylene film (FEP)
Mechanical properties	0	0/+	+	++			
Electrical properties	0/+	+	+++	++	+++	++	?
Resistance to high temperature during use	+	0/+	+	++	0/++	+++	?
Resistance to high humidity during use	0	0	+	+	+	+	++
Resistance to soldering temperature	+	+	+	++	-	0/+	0

where:

? means that insufficient data are at the moment available to fill this place in the table

- may cause problems under certain conditions

0 = fair, will usually cause no problems for most applications

+, ++, +++ = good, very good, excellent

Preferably, materials standardized by the IEC should be used. IEC Publication 249: Base Materials for Printed Circuits, contains specifications for rigid and flexible copper-clad base materials and for bonding sheet materials for use in the manufacture of multilayer printed boards.

If there is no recognized specification available for the required material, a suitable specification sheet detailing its properties should be prepared.

This shall be done preferably:

- using the methods of test in IEC Publication 249-1: Base Materials for Printed Circuits, Part 1: Test Methods;
- following the layout and format of IEC Publication 249-2: Base Materials for Printed Circuits, Part 2: Specifications;
- in conjunction with the material supplier.

Where special properties are essential, they should be defined and specified in conjunction with the material supplier.

4.1.2 Description générale des matériaux pour cartes imprimées

Quand des températures maximales d'utilisation sont citées dans les descriptions suivantes, ces températures ne sont données qu'à titre indicatif et n'impliquent pas que des modifications brusques des performances ou des degrés de vieillissement se produiront si elles sont dépassées.

En outre, on doit noter que certaines propriétés des matériaux peuvent être influencées par des facteurs tels que la conception de la carte imprimée (par exemple l'épaisseur de la carte, l'importance et la répartition du métal, le nombre de couches, etc.) la méthode de réalisation (par exemple procédé de stratification des cartes imprimées multicouches), au point que les cartes imprimées terminées aient des propriétés qui diffèrent considérablement de celles du matériau de départ.

Pour une définition précise des caractéristiques thermiques des matériaux, se référer à la Publication 216 de la CEI: Guide pour la détermination des propriétés d'endurance thermique de matériaux isolants électriques.

4.1.2.1 Matériaux plaqués cuivre pour cartes imprimées rigides

Papier-résine phénolique

Ce matériau est fabriqué dans une grande variété de grades. La plupart de ces grades sont utilisables jusqu'à des températures d'environ 70°C à 105°C, suivant le grade et l'épaisseur encore que des utilisations de longue durée à des températures proches de ce maximum puissent causer une dégradation de quelques-unes de leurs propriétés. Une carbonisation peut toutefois résulter d'un chauffage excessif, et la résistance d'isolement peut tomber à un niveau très bas sur la surface affectée; de telles sources de chaleur sont, par exemple, les résistances à forte dissipation.

Dans la plage normale de température, un noircissement important peut se produire et ce phénomène n'est pas nécessairement attribuable à la carbonisation. La lumière du soleil noircit également ces matériaux. Dans ces cas, aucune perte de propriété n'est enregistrée.

L'exposition à une forte humidité réduit d'une manière importante la résistance d'isolement de ces matériaux; toutefois, cette tendance s'inverse quand l'humidité retombe à une valeur plus basse.

Papier-résine époxyde

Ce matériau a certaines propriétés électriques ou non électriques améliorées, si on le compare au papier-résine phénolique, avec en plus une meilleure usinabilité et de meilleures caractéristiques mécaniques. Il est utilisable jusqu'à des températures de l'ordre de 90°C à 110°C suivant l'épaisseur.

Mat de verre-résine polyester

La plupart des caractéristiques mécaniques de ce matériau sont plus basses que celles des matériaux à base de tissu de verre, mais généralement plus élevées que celles des matériaux à base de papier. Il est cependant très résistant au choc. Ses caractéristiques électriques sont bonnes dans une large bande de fréquences et sont maintenues en présence d'une forte humidité. La résistance au cheminement et à l'arc dépend du grade choisi. La plupart des grades sont utilisables jusqu'à des températures de l'ordre de 100°C à 105°C.

Tissu de verre-résine époxyde

Les caractéristiques mécaniques de ce matériau sont meilleures que celles des matériaux de base de papier, particulièrement en ce qui concerne la contrainte de flexion, la résistance au choc, la stabilité dimensionnelle dans les trois axes, la planéité et une plus grande résistance au choc thermique provoqué par le brasage. Les caractéristiques électriques de ce matériau sont également bonnes. La plupart des grades peuvent être utilisés jusqu'à des températures d'environ 130°C et sont moins affectés par les conditions d'environnement défavorables (humidité).

4.1.2 General description of materials for printed boards

Where maximum operating temperatures are quoted in the following descriptions, they are intended only for guidance, and do not infer that abrupt changes in performance or in rates of ageing will occur if they are exceeded.

Furthermore, it should be noted that certain material properties may be influenced by factors such as the design of the printed board (e.g. board thickness, amount and distribution of metal, number of layers, etc.) and production processes (e.g. laminating process of multilayer printed boards) to such an extent that the readily processed printed boards exhibit properties which differ considerably from the original material properties.

For a precise definition of the thermal characteristics of materials, refer to IEC Publication 216: Guide for the Determination of Thermal Endurance Properties of Electrical Insulating Materials.

4.1.2.1 Copper-clad base materials for rigid printed boards

Phenolic resin bonded paper

This material is manufactured in various grades. Most grades are suitable for use at temperatures up to approximately 70°C to 105°C, depending on the grade and the thickness although long-term operation at temperatures towards the higher end of this range may cause a degradation of some properties. Excessive heating, however, can result in carbonization and, in the areas affected, the insulation resistance may fall to a very low level; sources of such heat are, for example, hot resistors.

Within the normal temperature range, a severe darkening can occur and this might not be due to carbonization. Sunlight also darkens these materials. In these instances no loss of properties is involved.

Exposure to high humidity significantly reduces the insulation resistance of these materials although this condition reverses when the humidity falls to a lower value.

Epoxide resin bonded paper

This material has certain improved properties both electrical and non-electrical, compared with phenolic resin bonded paper, including better machinability and mechanical properties. It is suitable for use at temperatures up to approximately 90°C to 110°C, depending on the thickness.

Polyester resin bonded glass mat

Most mechanical properties of this material are lower than those of materials based on glass fabrics but generally higher than those of paper-based materials. It is, however, highly resistant to impact. Its electrical properties are good over a wide frequency range and these are maintained when it is exposed to high humidity. Its resistance to tracking and arcing is dependent on the grade selected. Most grades are suitable for use at temperatures up to approximately 100°C to 105°C.

Epoxide resin bonded glass fabric

The mechanical properties of this material are better than paper-based materials particularly with regard to flexural strength, resistance to impact, dimensional stability in all three major axes, flatness and greater resistance to the thermal shock caused by soldering. The electrical properties of this material are also good. Most grades can be used up to temperatures of approximately 130°C and are less affected by adverse environmental conditions (humidity).

4.1.2.2 Matériaux plaqués cuivre pour cartes imprimées flexibles

Il est d'usage courant d'utiliser le même matériau pour le film de protection des pistes que pour le film de base, mais d'autres matériaux peuvent être utilisés.

Certaines caractéristiques données peuvent être modifiées profondément par le système adhésif utilisé.

Film de polyester

La caractéristique pour laquelle ce matériau est généralement utilisé est sa flexibilité. Sa qualité particulière est qu'il peut être chauffé de manière à former un trainard rétractable. A condition qu'un adhésif approprié soit utilisé, ce matériau peut être utilisé jusqu'à des températures de l'ordre de 80°C à 130°C, suivant le grade. Pendant le brasage, une attention soutenue est nécessaire parce que ce film a tendance à se ramollir et à se déformer à la température de brasage.

Il a des caractéristiques électriques excellentes, qui sont maintenues quand le matériau est exposé à une forte humidité.

Film de polyimide

Ce matériau a une bonne flexibilité et peut être brasé sans dommage à condition que l'humidité absorbée soit d'abord éliminée par préchauffage. De tels films avec enduction d'adhésifs ordinaires peuvent être utilisés jusqu'à des températures d'utilisation continue d'environ 150°C, mais des films avec enduction d'adhésifs spéciaux fusibles, utilisant un film intermédiaire d'éthylène propylène perfluoré (FEP), peuvent être utilisés jusqu'à des températures d'environ 250°C.

Une qualité spéciale sans adhésif est disponible pour des températures plus élevées. Les caractéristiques électriques du polyimide sont excellentes, mais sont susceptibles d'être affectées par l'humidité absorbée.

Film d'éthylène propylène perfluoré (FEP)

Ce film est normalement combiné avec le polyimide ou des fibres de verre pour former un stratifié ayant une bonne flexibilité et une stabilité aux températures de brasage n'excédant pas 250°C, mais il peut être aussi utilisé seul. Ce matériau est un thermoplastique dont la température de fusion est d'environ 290°C. Il a une excellente résistance à l'humidité, aux acides, aux alcalis et solvants organiques. Son principal désavantage est qu'aux températures de stratification les pistes conductrices sont susceptibles de bouger pendant l'opération.

4.1.2.3 Matériaux pour cartes imprimées multicouches

Les cartes imprimées multicouches sont constituées de couches avec impressions conductrices alternées avec des couches de matériau isolant, le nombre de couches avec impressions conductrices étant plus grand que deux. Elles sont fabriquées à partir de cartes imprimées élémentaires minces (simple ou double face) stratifiées ensemble à l'aide de feuilles de collage. Ces feuilles de collage sont des feuilles de matériau tel que le tissu de verre, imprégné avec une résine sous-polymérisée qui sera polymérisée complètement lors de l'étape finale de stratification de la carte imprimée multicouche.

Les matériaux plaqués cuivre utilisés pour les couches de cartes imprimées élémentaires minces sont fondamentalement les mêmes que ceux qui sont utilisés pour les cartes imprimées simple ou double face. Ordinairement ils sont plus minces que les matériaux utilisés pour les cartes imprimées simple ou double face et les épaisseurs normalisées comportent une gamme au lieu de quelques épaisseurs fixes. Ils ont les mêmes caractéristiques fondamentales que les matériaux correspondants qui sont décrits plus haut.

Les feuilles de collage sont polymérisées au stade final, quand la carte imprimée multicouche est stratifiée. Elles acquièrent donc leurs caractéristiques finales seulement après stratification. Il convient

4.1.2.2 *Copper-clad base materials for flexible printed boards.*

It is normal practice for the cover layer to be of the same material as the base film, but alternative materials can be used.

Certain of the properties given may be modified significantly by the adhesive system used.

Polyester film

The characteristic for which this material is generally used is its flexibility. Its useful feature is that it can be heat set to form retractable coils. Provided that suitable adhesives are employed, this material can be used at temperatures up to approximately 80°C to 130°C, depending on the grade. When soldering, considerable care is needed as the film tends to soften and distort at soldering temperatures.

It has excellent electrical properties and these are well maintained when the material is exposed to high humidity.

Polyimide film

This material has good flexibility and can be safely soldered provided absorbed moisture is first removed by pre-heating. Normal adhesive bonded types can be used at up to approximately 150°C continuous operating temperature, but a special fusion-bonded type, using an intermediate film of fluorinated ethylene propylene (FEP), can be used at temperatures up to approximately 250°C.

A special purpose no adhesive version is available for higher temperatures. The electrical properties of polyimide are excellent but may be affected by moisture absorption.

Fluorinated ethylene propylene film (FEP)

This film is usually combined with polyimide or glass fibre to form laminates with good flexibility at soldering temperatures not exceeding 250°C, but it may also be used unsupported. The material is a thermoplastic with melting temperatures of about 290°C. It has excellent resistance to moisture, acids, alkalis and organic solvents. Its main disadvantage is that at laminating temperatures, during processing, the conductors are liable to move.

4.1.2.3 *Materials for multilayer printed boards*

Multilayer printed boards consist of alternate layers of conductive patterns and insulating material with conductive patterns in more than two layers. They are built up with individual thin printed boards (single-sided or double-sided) bonded together with insulating bonding sheets. These bonding sheets consist of sheet material, for example glass fabric, impregnated with a semi-cured resin which will be cured to the final stage when the multilayer printed board is being laminated.

The copper-clad base materials used for the individual thin printed boards are basically the same as those used for single/double-sided printed boards. Usually they are thinner than the materials used for single/double-sided printed boards and their thickness is standardized in ranges instead of a few fixed values. They have the same basic properties as the relevant materials described above.

The bonding sheets are cured to the final stage when the multilayer printed board is being laminated. They show their final properties, therefore, only after lamination. It should be noted, however, that the

de noter, cependant, que les méthodes de fabrication et la conception de la carte imprimée multicouche peuvent avoir une influence considérable sur les propriétés du matériau.

4.1.2.4 *Matériaux spéciaux et matériaux nouveaux*

En plus des matériaux décrits ici, il y a des matériaux spéciaux et des matériaux nouveaux sur le marché, qui ne sont pas ou pas encore normalisés.

Note. – Un exemple de matériau spécial est le verre tissé-résine silicone qui est utilisable jusqu'à des températures d'environ 180°C.

Puisque l'évolution de ces matériaux spéciaux et de ces matériaux nouveaux est en cours, aucune description générale les concernant ne peut être donnée ici. Pour leur utilisation il est nécessaire de consulter les fournisseurs.

4.1.3 *Propriétés particulières*

4.1.3.1 *Usinabilité*

Les normes des matériaux ne donnent pas d'information sur l'usinabilité; elles mentionnent seulement que les stratifiés, suivant les recommandations du fabricant, doivent pouvoir être poinçonnés, cisailés ou percés sans décollement interlaminaire. L'usinabilité de ces différents matériaux peut, cependant, être différente. Quelques matériaux sont même disponibles dans différents grades d'usinabilité. Certains matériaux, par exemple, peuvent être poinçonnés à la température ambiante, alors que d'autres ne peuvent être poinçonnés qu'à des températures élevées. Il est donc nécessaire d'observer les recommandations du fournisseur.

4.1.3.2 *Inflammabilité*

Quelques matériaux sont disponibles avec une inflammabilité définie. Il y a différents grades d'inflammabilité, dont les détails sont donnés dans la spécification particulière, par exemple dans la Publication 249 de la CEI.

Il faut, toutefois, bien remarquer que les caractéristiques d'inflammabilité des matériaux de base ne sont données qu'à titre indicatif et peuvent différer considérablement de celles des cartes imprimées terminées. La conception de la carte imprimée (par exemple les dimensions de la carte, la quantité et la distribution du métal, le nombre de couches, etc.) a une grande influence sur les caractéristiques d'inflammabilité. Normalement les cartes imprimées ont une meilleure tenue à la flamme que le matériau seul, c'est-à-dire que le risque d'incendie est plus faible. Pour de plus amples détails, consulter le paragraphe 9.3 (à l'étude).

4.2 *Finitions de surface*

Remplacer le titre et le texte de ce paragraphe par ce qui suit:

4.2 *Revêtements de finition*

4.2.1 *Revêtements métalliques de finition*

4.2.1.1 *Matériaux*

Il convient de choisir pour l'impression conductrice une finition en rapport avec l'utilisation de la carte imprimée. Le type de finition peut influencer le procédé de fabrication, les coûts de production et les caractéristiques de la carte imprimée, par exemple le comportement en stockage, la brasabilité, les caractéristiques de contact.

production processes and the design of the multilayer printed board may influence the material properties considerably.

4.1.2.4 *Special materials and new materials*

Besides the materials described here there are special materials and new materials on the market which are not or have not yet been standardized.

Note. – An example of a special material is the silicone resin bonded glass fabric which is suitable for temperatures up to approximately 180°C.

Since development is in progress, no general description of special materials and new materials can be given here. For the use of these materials, consultation with the supplier of the material is necessary.

4.1.3 *Some particular properties*

4.1.3.1 *Machinability*

The material standards do not contain details for the machinability. They state only that the laminates shall be capable of being punched, sheared or drilled without delamination, in accordance with the manufacturer's recommendation. The machinability of the various materials may, however, be different. Some of the materials are even available in different grades of machinability. For example, certain materials may be punched at room temperature while others can only be punched at elevated temperatures. It is, therefore, necessary to observe the supplier's recommendations.

4.1.3.2 *Flammability*

Some of the materials are available with defined flammability. There are different grades of flammability. Details are given in the relevant specification, for example, of IEC Publication 249.

It should duly be noted, however, that the flammability characteristic of the base material is given for guidance only and may differ considerably from that of the readily processed printed board. The design of the printed board (for example board dimensions, amount and distribution of metal, number of layers, etc.) has a big influence on the flammability characteristic. Normally, the printed board will be better than the base material alone i.e. the fire risk will be lower. For further details see Sub-clause 9.3 (under consideration)

4.2 *Surface finishes*

Replace the text of this sub-clause by the following:

4.2.1 *Metallic finishes*

4.2.1.1 *Materials*

A suitable finish for the conductive pattern should be chosen, depending on the application of the printed board. The type of the surface finish may influence the production process, the production costs and the properties of the printed board, for example shelf life, solderability, contact properties.

Des exemples de revêtements de finition largement utilisés sont donnés ci-dessous :

a) *Cuivre (sans revêtement additionnel)*

Utilisé pour tous les types de cartes imprimées sans prescriptions particulières de finition. Un revêtement de protection temporaire est généralement appliqué. Les valeurs recommandées pour l'épaisseur du revêtement en cuivre dans les trous métallisés sont données au paragraphe 6.3.2.

b) *Étain*

Utilisé pour préserver la brasabilité. On emploie en général des épaisseurs de 5 μm à 15 μm .

c) *Étain plomb*

Utilisé pour préserver la brasabilité. L'épaisseur obtenue dépend du procédé utilisé : 5 μm à 15 μm généralement pour un dépôt électrolytique brut, épaisseur qui peut descendre au-dessous de 1 μm localement si ce dépôt est fondu, ou s'il est appliqué au trempé ou par le procédé au rouleau chaud. Ces zones de faible épaisseur sont principalement les angles entre pastilles et parois des trous métallisés ; la brasabilité peut y être inférieure à celle des autres surfaces.

Les excès de dépôt peuvent être enlevés par jets d'air chaud ou d'huile chaude.

d) *Or*

Utilisé en général sur une barrière de diffusion (par exemple de nickel), souvent pour des commutateurs ou des contacts de bord imprimés. Les caractéristiques nécessaires pour utiliser l'or comme surface de contact, telles que l'épaisseur, la dureté, la résistance au frottement, les caractéristiques de contact etc., dépendent de nombreux facteurs (voir au paragraphe 4.2.1.3 les remarques générales sur les contacts imprimés).

L'or est parfois déposé sur des portions de l'impression conductrice autres que des contacts. Des précautions doivent alors être prises si ces zones doivent être brasées. Le brasage sur or peut poser de graves problèmes, tant du point de vue de la qualité du joint brasé que de la pollution du bain de brasage, dus au fait que l'or s'allie facilement à l'étain plomb.

e) D'autres finitions de surface, par exemple palladium, rhodium sur nickel, rhodium sur nickel et or, étain nickel, sont aussi utilisées pour contacts imprimés. On doit tenir compte des remarques générales concernant les contacts imprimés du paragraphe 4.2.1.3.

4.2.1.2 *Adhérence, épaisseur, porosité*

L'adhérence et l'épaisseur d'un dépôt quelconque sur l'impression conductrice peuvent être contrôlées à l'aide de l'essai 13a ou de l'essai 13b (adhérence) et de l'essai 13f (épaisseur) de la Publication 326-2 de la CEI : Cartes imprimées, Deuxième partie : Méthodes d'essai. On doit cependant faire attention, en spécifiant la porosité selon les essais 13c, 13d ou 13e, au fait que l'applicabilité réelle et le niveau de confiance des conclusions tirées des résultats d'essai sont très limités.

4.2.1.3 *Contacts imprimés*

Lorsque des contacts imprimés sont utilisés, on doit prendre soin d'utiliser un type de revêtement compatible avec la contrepartie correspondante. Aucune règle générale ne peut être donnée, car le placage approprié dépend de plusieurs facteurs dont la plupart sont interdépendants, tels que :

- le type de placage de la contrepartie ;
- la conception de contrepartie (forme, pression de contact, etc.) ;
- l'endurance, le nombre d'opérations probables ;
- les exigences électriques (par exemple résistance de contact) ;
- les exigences mécaniques (par exemple forces d'insertion et d'extraction) ;
- les conditions d'environnement.