

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60464-2

Première édition
First edition
1974-01

**Spécification relative aux vernis isolants
contenant un solvant**

**Deuxième partie:
Méthodes d'essai**

**Specification for insulating varnishes
containing solvent**

**Part 2:
Test methods**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60464-2: 1974

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**

60464-2

Première édition
First edition
1974-01

**Spécification relative aux vernis isolants
contenant un solvant**

**Deuxième partie:
Méthodes d'essai**

**Specification for insulating varnishes
containing solvent**

**Part 2:
Test methods**

© IEC 1974 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.

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

Q

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

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
INTRODUCTION	6

SECTION UN — ESSAIS DES VERNIS À L'ÉTAT DE LIVRAISON

Articles

1. Densité	6
2. Viscosité	6
3. Matières non volatiles	8
4. Temps de séchage en couches minces	8
5. Point d'éclair	10
6. Aptitude à la dilution	10
7. Aptitude au durcissement en couche épaisse	12
8. Action du vernis sur le cuivre	16
9. Stabilité du vernis en vase clos	18
10. Stabilité du vernis en récipient ouvert	20
11. Action du vernis sur les fils émaillés (méthode du crayon)	20

SECTION DEUX — MÉTHODES D'ESSAI DES VERNIS À L'ÉTAT D'UTILISATION

12. Essais de souplesse	22
12.1 Essai au mandrin	22
12.2 Essai d'emboutissage (essai d'Erichsen)	24
13. Pouvoir agglomérant	24
14. Résistance aux liquides isolants	24
15. Effet de l'immersion dans l'eau sur la résistivité transversale	26
16. Effet de l'immersion dans l'eau sur la rigidité diélectrique	28
17. Résistance au cheminement	30
18. Angle de pertes et permittivité	32
19. Endurance thermique	32
FIGURE 1. Appareillage pour l'essai de souplesse	34

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
INTRODUCTION	7

SECTION ONE — TEST METHODS FOR VARNISHES AS SUPPLIED

Clause

1. Density	7
2. Viscosity	7
3. Non-volatile matter	9
4. Drying time in thin films	9
5. Flash point	11
6. Dilution ability	11
7. Ability to cure in considerable thickness	13
8. Reaction of varnish with copper	17
9. Stability of varnish in an enclosed vessel	19
10. Stability of varnish in an open vessel	21
11. Effect of varnish on enamelled wires (pencil hardness)	21

SECTION TWO — TEST METHODS FOR VARNISHES IN THE CURED FORM

12. Flexibility tests	23
12.1 Mandrel test	23
12.2 Cupping test (Erichsen test)	25
13. Bond strength	25
14. Resistance to insulating liquids	25
15. Effect of water immersion on volume resistivity	27
16. Effect of water immersion on electric strength	29
17. Resistance to tracking	31
18. Dissipation factor and permittivity	33
19. Thermal endurance	33
FIGURE 1. Apparatus for carrying out the flexibility test	34

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**SPÉCIFICATION RELATIVE AUX VERNIS ISOLANTS
CONTENANT UN SOLVANT**

Deuxième partie : Méthodes d'essai

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 recommandation a été établie par le Sous-Comité 15C: Spécifications, du Comité d'Etudes N° 15 de la CEI: Matériaux isolants.

Des projets furent discutés lors des réunions tenues à Tel-Aviv en octobre 1966, à Varsovie en septembre 1967, à Londres en septembre 1968 et à Milan en février 1969. À la suite de cette dernière réunion, un projet définitif, document 15C(Bureau Central)13, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en mars 1970. Des modifications, document 15C(Bureau Central)32, furent soumises à l'approbation des Comités nationaux suivant la Procédure des Deux Mois en avril 1972.

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

Afrique du Sud (République d')	Israël
Australie	Italie
Belgique	Japon
Canada	Pays-Bas
Danemark	Portugal
Etats-Unis d'Amérique	Suède
Finlande	Suisse
France	Tchécoslovaquie
Inde	Turquie
Iran	Yougoslavie

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**SPECIFICATION FOR INSULATING VARNISHES
CONTAINING SOLVENT**

Part 2: Test methods

FOREWORD

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

PREFACE

This recommendation has been prepared by Sub-Committee 15C, Specifications, of IEC Technical Committee No. 15, Insulating Materials.

Drafts were discussed at the meetings held in Tel Aviv in October 1966, in Warsaw in September 1967, in London in September 1968, and in Milan in February 1969. As a result of this latter meeting, a final draft, document 15C(Central Office)13, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in March 1970. Amendments, document 15C(Central Office)32, were submitted to the National Committees for approval under the Two Months' Procedure in April 1972.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	Italy
Belgium	Japan
Canada	Netherlands
Czechoslovakia	Portugal
Denmark	South Africa (Republic of)
Finland	Sweden
France	Switzerland
India	Turkey
Iran	United States of America
Israel	Yugoslavia

SPÉCIFICATION RELATIVE AUX VERNIS ISOLANTS CONTENANT UN SOLVANT

Deuxième partie : Méthodes d'essai

INTRODUCTION

La présente recommandation traite des vernis isolants contenant un solvant. Elle comprendra trois parties, décrivant :

Première partie : Conditions générales.

Deuxième partie : Méthodes d'essai.

Troisième partie : Spécifications pour les matériaux particuliers.

SECTION UN: ESSAIS DES VERNIS À L'ÉTAT DE LIVRAISON

1. Densité

La densité du vernis peut être déterminée par pesage d'un échantillon de vernis dans un pycnomètre à grande ouverture, de 25 cm³ de capacité (minimum), à 23 ± 2 °C. Le résultat, arrondi aux 5 mg les plus proches, est divisé par la masse d'un même volume d'eau distillée, à la même température.

La densité peut également être déterminée à l'aide d'un aréomètre. En cas de litige, on utilisera le pycnomètre.

Exprimer le résultat en g/cm³.

2. Viscosité

La viscosité à 23 ± 2 °C sera déterminée à l'aide d'un viscosimètre approprié. La tolérance de ± 2 °C est la tolérance normale pour la température. Si l'on souhaite obtenir une plus grande précision, la tolérance sera ramenée à $\pm 0,5$ °C. L'instrument utilisé sera étalonné sur toute la gamme de viscosité des vernis à essayer, au moyen d'huiles dont la viscosité absolue à 23 °C a été vérifiée. On utilisera une courbe d'étalonnage donnant la correspondance entre la viscosité exprimée en centipoises et les graduations de l'appareil.

Des viscosimètres à écoulement peuvent être utilisés pour déterminer la viscosité du vernis. Si des coupes consistométriques sont employées, le type et la méthode d'essai seront tels que ceux spécifiés dans la Norme ISO 2431.

En cas de litige, on utilisera des viscosimètres étalonnés pour mesurer la viscosité en centipoises.

SPECIFICATION FOR INSULATING VARNISHES CONTAINING SOLVENT

Part 2: Test methods

INTRODUCTION

This recommendation deals with insulating varnishes containing solvent. It will comprise three parts describing:

Part 1: General requirements.

Part 2: Test methods.

Part 3: Specifications for individual materials.

SECTION ONE: TEST METHODS FOR VARNISHES AS SUPPLIED

1. Density

The density of the varnish can be determined by weighing a sample of varnish in a 25 cm³ (minimum) capacity, wide-mouthed pycnometer, at 23 ± 2 °C to the nearest 5 mg and dividing the mass of varnish by the mass of an equal volume of distilled water at the same temperature.

The density can also be determined with a hydrometer; in case of dispute, a pycnometer shall be used.

Report the result in g/cm³.

2. Viscosity

The viscosity at 23 ± 2 °C shall be determined with a suitable viscometer. The tolerance of ± 2 °C on the temperature is the normal tolerance. If a higher accuracy is needed, the tolerance shall be ± 0.5 °C. The viscometer used shall be kept calibrated over the range of viscosity of the varnishes to be tested by means of oils verified as to dynamic viscosity at 23 °C. A calibration curve showing the relation between viscosity in centipoises and the instrument reading shall be used.

Efflux type viscometers may be used to determine viscosity of the varnish. When flow cups are used, the type and the method of test shall be as specified in ISO Standard 2431.

All disputes shall be resolved using calibrated viscometers to measure the viscosity in centipoises.

3. Matières non volatiles

A déterminer conformément à la Norme ISO 1515: Peintures et vernis — Détermination des matières volatiles et non volatiles.

Prendre garde aux détails suivants:

Avant la détermination, on doit chauffer la coupelle à séchage à 135 °C pendant 30 min.

La masse de l'éprouvette doit être comprise entre 1,5 g et 2,0 g.

On doit préparer trois éprouvettes.

Les éprouvettes sont placées dans l'étuve au cours des 30 min qui suivent la préparation et chauffées pendant le temps et à la température prescrits par la feuille appropriée de la troisième partie de la présente spécification.

La valeur centrale des trois résultats est la teneur (en %) en matières non volatiles.

4. Temps de séchage en couches minces

4.1. Appareillage

- Des plaques métalliques (cuivre, acier ou aluminium) carrées, d'environ 100 mm de côté, et de $0,125 \pm 0,010$ mm d'épaisseur, soigneusement nettoyées et séchées (voir note).
- Des rondelles en caoutchouc mou de 20 mm de diamètre et de 5 mm d'épaisseur.
- Un poids cylindrique d'une masse de 500 g et une surface de contact de 20 mm de diamètre.
- Du papier filtre.

Note — Le nettoyage peut être effectué par traitement avec un solvant approprié (toluène et alcool éthylique 1:1 ou xylène et alcool éthylique 1:1). Ensuite, polir parfaitement avec de la laine d'acier N° 000 et enfin éliminer toutes empreintes digitales ou particules métalliques, à l'aide d'un chiffon non pelucheux imbibé de solvant. Si les plaques ne sont pas utilisées immédiatement, elles seront conservées dans un solvant non corrosif.

4.2. Mode opératoire

Sous une température de 23 ± 2 °C, recouvrir les plaques d'une couche de vernis qui, à l'état final, produira une pellicule dont l'épaisseur sera celle prescrite par la feuille appropriée de la troisième partie de la présente spécification. L'application peut être effectuée au trempé, par pulvérisation ou par tout autre procédé approprié. Si les éprouvettes sont préparées au trempé, la viscosité du vernis devra être conforme aux spécifications du fournisseur. Au besoin, le vernis sera dilué pour obtenir la consistance voulue. De toute manière, les éprouvettes doivent toujours être immergées jusqu'à ce qu'elles soient exemptes de bulles d'air.

Pour le séchage, suspendre les éprouvettes dans un air exempt de poussières, à la température et pendant le temps indiqués dans la feuille appropriée de la troisième partie de la présente spécification. Après séchage, les éprouvettes sont examinées sous une température de 23 ± 2 °C. Un morceau de papier filtre est disposé sur la plaque, et le poids est placé sur le papier, à proximité du centre de l'éprouvette, avec le disque en caoutchouc intercalé entre le papier et le poids, de façon à répartir uniformément la pression. Après 1 min, le poids et le disque sont enlevés, puis l'éprouvette est examinée.

3. Non-volatile matter

To be determined according to ISO Standard 1515, Paints and Varnishes—Determination of volatile and non-volatile matter.

The following particulars should be noted:

Before the determination, the drying dish shall have been heated 30 min at 135 °C.

The mass of the specimen shall be between 1.5 g and 2.0 g.

Three specimens shall be prepared.

The specimens are placed in the oven within 30 min after preparation and heated for the time and at the temperature prescribed in the appropriate sheet of Part 3 of this specification.

The central value of the three results obtained is the percentage non-volatile matter.

4. Drying time in thin films

4.1 Apparatus

- Metal panels (copper, steel or aluminium) approximately 100 mm in length and 100 mm in width and 0.125 ± 0.010 mm in thickness, wiped clean and dry (see Note).
- Soft rubber disks with a diameter of 20 mm and a thickness of 5 mm.
- Cylindrical weight with a mass of 500 g and a contact surface with a diameter of 20 mm.
- Filter paper.

Note — Cleaning can be effected by treating with a suitable solvent (toluene-ethanol 1:1 or xylene-ethanol 1:1). Then, polish thoroughly with No. 000 steel wool and finally wipe free of any finger prints or metal particles with the solvent and a lint free cloth. If the panels are not to be used immediately, they shall be kept stored in a non-corrosive solvent.

4.2 Procedure

Cover the panels at a temperature of 23 ± 2 °C with a layer of varnish that results in a final thickness as prescribed in the appropriate sheet of Part 3 of this specification. The covering may be applied by dipping, spraying or any suitable method. When specimens are prepared by dipping, the viscosity of the varnish shall be as specified by the supplier. If necessary, the varnish is diluted to a suitable consistency. In any case, the specimens shall be allowed to stand immersed until free of air bubbles.

Suspend for drying in dust free air at the temperature and for the time designated in the appropriate sheet of Part 3 of this specification. After drying, the specimens are examined at a temperature of 23 ± 2 °C. A piece of filter paper is placed on the panel and the weight is placed on the paper in the vicinity of the centre of the specimen, with the rubber disk interposed between the paper and the weight to distribute the pressure equally. After 1 min the weight and the disk are removed and the specimen is examined.

- Le papier se détache de l'éprouvette par son propre poids, à l'aide de légères vibrations; aucune fibre de papier n'adhère à l'éprouvette.

Résultat: non poisseux.

Note. — Il peut arriver que le papier adhère et ne tombe pas par son propre poids, même lorsqu'on fait légèrement vibrer l'ensemble. Dans ce cas, il faudra essayer de le faire tomber en le touchant légèrement. Si le papier peut être enlevé de cette manière, le vernis sera considéré comme non poisseux, à condition qu'il ne subsiste aucune fibre de papier sur l'éprouvette.

- Le papier colle à l'éprouvette; lorsque le papier filtre est arraché, il reste une quantité considérable de fibres de papier sur l'éprouvette.

Résultat: poisseux.

4.3 *Expression des résultats*

Mentionner les conditions d'essai et le résultat: « poisseux » ou « non poisseux ».

5. **Point d'éclair**

Le point d'éclair du vernis est déterminé compte tenu des limites de l'appareil utilisé, pour la gamme de températures de 5 °C à 65 °C.

5.1 *Appareillage*

Tout appareil du type à vase clos, spécifié par la Norme ISO 1523: Peintures et vernis — Détermination du point d'éclair (méthode en vase clos), ou décrit dans les normes nationales, peut être utilisé pour déterminer le point d'éclair du vernis.

5.2 *Mode opératoire*

La méthode de détermination du point d'éclair d'un vernis est celle spécifiée à l'article 7 de la Norme ISO 1523, sauf qu'on ne remue pas le liquide.

5.3 *Expression des résultats*

Le rapport d'essai doit mentionner:

- a) le type de vernis utilisé;
- b) la description précise de l'appareil d'essai utilisé;
- c) le point d'éclair calculé comme indiqué à l'article 7 de la Norme ISO 1523.

6. **Aptitude à la dilution**

6.1 *Appareillage*

- Un vase de mesure cylindrique, d'une contenance de 100 cm³, muni d'un bouchon et gradué en cm³.

6.2 *Mode opératoire*

On verse 20 cm³ du vernis filtré dans le vase gradué et l'on ajoute 10 cm³ du diluant prescrit par le fournisseur. On agite énergiquement le mélange et on le laisse reposer pendant quelques minutes. S'il ne se produit pas de nuage trouble ni de précipité, on ajoute encore 5 cm³ de diluant et on agite à nouveau avant de laisser reposer. Ce processus sera répété jusqu'à ce que le mélange devienne trouble ou qu'il se produise une précipitation.