

**COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE**

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

**RECOMMANDATION DE LA CEI**

**INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION**

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

**IEC RECOMMENDATION**

**Publication 247**

Première édition — First edition

1967

---

**Cellules recommandées pour la mesure de la résistivité des liquides isolants  
et technique de nettoyage des cellules**

---

**Recommended test cells for measuring the resistivity of insulating liquids  
and methods of cleaning the cells**

---



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60247:1967

# Withdrawn

**COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE**

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

**RECOMMANDATION DE LA CEI**

**INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION**

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

**IEC RECOMMENDATION**

**Publication 247**

Première édition — First edition

1967

---

**Cellules recommandées pour la mesure de la résistivité des liquides isolants  
et technique de nettoyage des cellules**

---

**Recommended test cells for measuring the resistivity of insulating liquids  
and methods of cleaning the cells**

---



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 Varembe

Genève, Suisse

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**CELLULES RECOMMANDÉES POUR LA MESURE DE LA RÉSISTIVITÉ  
DES LIQUIDES ISOLANTS ET TECHNIQUE DE NETTOYAGE DES  
CELLULES**

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la C E I 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 cette unification internationale, la C E I exprime le vœu que tous les Comités nationaux ne possédant pas encore de règles nationales, lorsqu'ils préparent ces règles, prennent comme base fondamentale de ces règles les recommandations de la C E I dans la mesure où les conditions nationales le permettent.
- 4) On reconnaît qu'il est désirable que l'accord international sur ces questions soit suivi d'un effort pour harmoniser les règles nationales de normalisation avec ces recommandations dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Les Comités nationaux s'engagent à user de leur influence dans ce but.

PRÉFACE

La présente recommandation a été préparée par le Comité d'Etudes N° 15 de la CEI: Matériaux isolants.

Des projets furent discutés lors des réunions tenues à la Nouvelle-Delhi en 1960 et à Venise en 1963. A la suite de cette dernière réunion, un projet définitif fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en mars 1964.

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

Afrique du Sud	Norvège
Belgique	Pays-Bas
Canada	Pologne
Corée (République de)	Royaume-Uni
Danemark	Suède
Finlande	Suisse
France	Tchécoslovaquie
Israël	Turquie
Italie	Union des Républiques Socialistes Soviétiques
Japon	

Depuis la préparation du texte de cette recommandation, des modifications sont intervenues dans les domaines d'activité du Comité d'Etudes N° 15 et du Comité d'Etudes N° 10 de la C E I, ce dernier s'occupant de tous les diélectriques liquides et gazeux.

A la suite de la publication de cette recommandation, et par accord entre les présidents et secrétaires correspondants, la responsabilité de la révision éventuelle de cette recommandation, ou de la publication des compléments nécessaires à certaines applications, passera du Comité d'Etudes N° 15 au Comité d'Etudes N° 10.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**RECOMMENDED TEST CELLS FOR MEASURING THE RESISTIVITY OF  
INSULATING LIQUIDS AND METHODS OF CLEANING THE CELLS**

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the I E C 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 this international unification, the I E C expresses the wish that all National Committees having as yet no national rules, when preparing such rules, should use the I E C recommendations as the fundamental basis for these rules in so far as national conditions will permit.
- 4) The desirability is recognized of extending international agreement on these matters through an endeavour to harmonize national standardization rules with these recommendations in so far as national conditions will permit. The National Committees pledge their influence towards that end.

PREFACE

This Recommendation has been prepared by I E C Technical Committee No. 15, Insulating Materials

Drafts were discussed at the meetings held in New Delhi in 1960 and in Venice in 1963. As a result of this latter meeting, a final draft was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in March 1964.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Belgium	Netherlands
Canada	Norway
Czechoslovakia	Poland
Denmark	South Africa
Finland	Sweden
France	Switzerland
Israel	Turkey
Italy	United Kingdom
Japan	Union of Soviet Socialist Republics
Korea (Republic of)	

Since the text of this Recommendation was prepared, amendments have been made to the scopes of I E C Technical Committee No. 15 and Technical Committee No. 10, the latter Committee now dealing with all liquid and gaseous dielectrics.

Following the publication of this Recommendation, and by agreement between the Chairmen and Secretaries concerned, responsibility for its revision, or for the publication of such supplements as might be required for certain applications, will pass from Technical Committee No. 15 to Technical Committee No. 10.

## CELLULES RECOMMANDÉES POUR LA MESURE DE LA RÉSISTIVITÉ DES LIQUIDES ISOLANTS ET TECHNIQUE DE NETTOYAGE DES CELLULES

### 1. Conception des cellules

Une cellule destinée à la mesure de la résistivité des isolants électriques liquides doit satisfaire aux prescriptions d'ordre général énumérées ci-dessous.

1.1 La cellule doit être conçue de façon à pouvoir être démontée pour en permettre un nettoyage facile et complet et de façon que les électrodes occupent la même position relative une fois la cellule remontée. En outre, sa conception doit être étudiée en sorte que la cellule puisse être placée dans un bain ou un four à température constante convenable et que la température des deux électrodes puisse être mesurée.

1.2 Les matériaux utilisés pour la construction de la cellule doivent pouvoir résister de façon satisfaisante aux températures requises et l'alignement des électrodes ne doit pas être influencé par une variation de température.

1.3 La surface des électrodes en contact avec le liquide essayé doit avoir un poli spéculaire pour en faciliter le nettoyage et être en métal inoxydable capable de résister à l'attaque d'acides faibles que l'on rencontre dans certains liquides solvants, tels que le pétrole, en particulier après une exposition prolongée à des températures élevées; le métal ne doit pas avoir d'effet catalyseur sur le liquide essayé.

*Note.* — En général, on a remarqué que les surfaces en plaqué donnaient des résultats moins satisfaisants que les électrodes en métal massif. Cependant les surfaces revêtues d'une plaque d'un des métaux ci-après: or, nickel ou rhodium, se sont avérées satisfaisantes pour autant que le revêtement soit bien fait et reste intact. L'invar à revêtement de rhodium s'est avéré satisfaisant et possède, en outre, l'avantage d'avoir une faible expansion thermique. Le laiton plaqué de nickel ou d'or ainsi que l'acier inoxydable plaqué de nickel ont également été utilisés.

1.4 Les matériaux isolants solides utilisés comme supports pour les électrodes ne doivent pas être en contact avec le liquide en essai; ils ne doivent pas absorber les liquides de référence ou d'essai ni les solvants utilisés pour le nettoyage, et leurs propriétés ne doivent subir aucune influence nuisible de la part de ces liquides ou solvants.

*Note.* — La silice fondue est généralement considérée comme un matériau convenable à utiliser comme isolant dans la cellule. En raison de la différence entre le coefficient de dilatation linéaire des métaux usuels et de la silice fondue, un jeu radial suffisant est nécessaire entre les joints; ce jeu peut diminuer la précision du centrage des électrodes.

1.5 La distance à la surface du liquide et à travers l'isolant solide entre la garde et l'électrode de mesure doit être suffisante pour supporter la tension d'essai utilisée.

1.6 Des exemples de cellules qui se sont révélées satisfaisantes avec des liquides de basse viscosité et jusqu'à environ 2 000 V, sont représentés à la figure 1 (cellule à trois bornes), page 8, et à la figure 2 (cellule à deux bornes), page 10. Toute cellule analogue remplissant les conditions stipulées ci-dessus sera satisfaisante pour la mesure de la résistivité des liquides. En général, il n'est pas recommandé d'utiliser des cellules à deux bornes pour les mesures de résistivité. Lorsqu'il est fait usage d'une cellule à deux bornes, il convient de s'assurer que la résistance de l'isolateur est au moins égale à cent fois la résistance à mesurer dans le liquide.

## RECOMMENDED TEST CELLS FOR MEASURING THE RESISTIVITY OF INSULATING LIQUIDS AND METHODS OF CLEANING THE CELLS

### 1. Design of cells

A cell with the purpose of measuring the resistivity of electrical insulating liquids should meet the following general requirements.

- 1.1 The design of the cell should be such that it may be dismantled for easy and thorough cleaning and that when reassembled the electrodes are brought to the same position. The design should also permit the use of the cell in a suitable constant temperature bath or oven and means should be provided for measuring the temperature of both electrodes.
- 1.2 The materials used in constructing the cell should be capable of withstanding the required temperatures satisfactorily and the alignment of the electrodes should not be influenced by a change in temperature.
- 1.3 The surfaces of the electrodes in contact with the liquid under test should have a mirror-like finish (to make their cleaning easier) and should be made of a non-oxidizing metal capable of resisting attack by mild acids found in certain insulating liquids, such as petroleum oil, particularly after prolonged exposure at high temperatures, and with no catalyzing effect on the liquid being tested.  
*Note.* — Generally, plated surfaces have been found less satisfactory than solid metal electrodes. Surfaces plated with one of the following metals have been found satisfactory provided they are well plated and remain undamaged: gold, nickel or rhodium. Rhodium-plated invar has been found satisfactory and has the additional advantage of low thermal expansion. Nickel or gold-plated brass and nickel-plated stainless steel have also been used.
- 1.4 Solid insulating materials used to support the electrodes should not be in contact with the liquid under test. They should not absorb either reference liquids, test liquids or cleaning solvents, and their properties should not be adversely affected by these liquids or cleaning solvents.  
*Note.* — Fused silica is generally considered to be a suitable material for use as an insulating material in the cell. As a consequence of the difference between the coefficients of linear expansion of usual metals and of fused silica, a sufficient radial play is necessary between the joints. This play may decrease the accuracy of electrode centering.
- 1.5 The distance across the surface of the liquid and across the solid insulating material between the guard and the measuring electrode should be great enough to withstand the test voltage used.
- 1.6 Examples of cells which have proved to be satisfactory with low viscosity liquids and up to about 2 000 V are shown diagrammatically in Figure 1 (three-terminal cell), page 8, and in Figure 2 (two-terminal cell), page 10. Any similar cells which meet the requirements given above will be satisfactory for the measurement of resistivity of liquids. Generally, two-terminal cells are not recommended for resistivity measurements. When a two-terminal cell is used, it should be established that the resistance across the insulator is at least one hundred times the resistance which is to be measured through the liquid.

Dans les cellules à trois bornes, on mettra en place un anneau de garde dont la disposition soit efficace. Dans le cas de mesures pour lesquelles un blindage spécial est exigé, on peut ajouter une coiffe de blindage amovible directement reliée électriquement au conducteur externe du câble coaxial utilisé pour le raccordement au pont (voir figure 1a, page 9).

*Note.* — Les mêmes cellules peuvent être également utilisées pour les mesures de la permittivité et du facteur de pertes (voir la Publication 250 de la C E I, en cours d'impression).

## 2. Préparation de la cellule

2.1 Le nettoyage de la cellule est d'importance capitale pour obtenir des résultats cohérents. La cellule doit être nettoyée avec un ou plusieurs solvants appropriés ayant été préalablement contrôlés pour garantir qu'ils ne contiennent pas de composés instables, ce contrôle s'effectuant soit au moyen d'essais chimiques soit en s'assurant qu'ils ne donnent pas lieu à des résultats incorrects en effectuant une mesure sur un échantillon de liquide dont la haute résistivité est connue. Lorsqu'il est fait usage d'une série de solvants, celle-ci doit se terminer par l'emploi d'éther de pétrole pour analyses ayant un point d'ébullition inférieur à 100 °C ou, en variante, de tout solvant dont l'utilisation a montré que les résultats obtenus étaient corrects pour la mesure d'un liquide dont la haute résistivité est connue. Lorsque l'on n'est pas certain que le nettoyage chimique soit suffisant, les parties démontables de la cellule doivent être récurées à l'aide d'un savon blanc de bonne qualité ou d'un savon décapant, puis rincées à l'eau distillée. Il est recommandé d'utiliser la technique décrite ci-dessous.

2.2 La cellule est complètement démontée et toutes les pièces en sont soigneusement nettoyées à l'aide des solvants choisis, soit par une procédure de reflux ou par des lavages répétés avec agitation dans un solvant frais, ou au besoin, par un récurage à l'eau et au savon. Toutes les pièces sont alors secouées pour en éliminer le solvant ou l'eau et sont ensuite placées dans un four propre pendant 90 min à une température d'approximativement 110 °C.

*Note.* — Il convient de prendre les précautions appropriées contre les incendies et les effets toxiques lorsqu'il est fait usage de certains solvants, certains d'entre eux, notamment le benzène, le toluène et le xylène sont particulièrement toxiques. Les solvants chlorés sont sujets à la décomposition par l'action de la lumière.

2.3 On laisse les pièces refroidir jusqu'à une température supérieure de quelques degrés à la température du local et on les réassemble. La cellule est alors remplie avec un peu du liquide à mesurer, qui est conservé pendant quelques minutes à l'intérieur de la cellule. La cellule est ensuite vidée sans qu'il ait été procédé à une mesure, puis remplie à nouveau. On fait une première mesure, puis la cellule est à nouveau vidée et remplie et l'on procède à une nouvelle mesure. Il convient d'effectuer des mesures après des remplissages successifs de façon à s'assurer que l'on obtient des résultats cohérents. A tous les stades des opérations il faut éviter de toucher avec les mains les parties de la cellule qui viennent en contact avec le liquide.

2.4 En raison de l'importance des modalités de nettoyage, il est recommandé d'indiquer dans les spécifications des matériaux, pour chaque liquide qui subira les essais, les modalités de nettoyage les plus détaillées possible.

## 3. Rapport

Le rapport sur les mesures doit également donner, en addition aux informations prévues au chapitre 5 de la publication 93 de la C E I: Méthodes recommandées pour la mesure des résistivités transversales et superficielles d'un matériau isolant électrique, les renseignements suivants au sujet de la cellule:

- a) type de cellule utilisé;
- b) nature de la surface métallique en contact avec le liquide;
- c) modalités de nettoyage.

In the three-terminal cells, provision is made for an efficient guard-ring system. In case of measurements for which a special screening is required, a removable screening cup can be added and electrically bonded to the outer conductor of the coaxial cable used for the connection to the bridge (see Figure 1a, page 9).

*Note.* — The same cells may also be used for permittivity and dissipation factor measurements (see IEC Publication 250, being printed).

## 2. Preparation of cell

2.1 The cleaning of the cell is of primary importance to obtain consistent results. The cell should be cleaned with an appropriate solvent or succession of solvents which have previously been checked to ensure that they do not contain unstable compounds either by chemical tests for purity or by ascertaining that they do not lead to incorrect results on a sample liquid of known high resistivity. The series, when used, should end with the use of analytical grade petroleum ether with a maximum boiling point lower than 100 °C or, alternatively, with any solvent the use of which has resulted in the correct values being obtained for a liquid of known high resistivity. When there is some doubt that chemical cleaning is sufficient, the dismantled parts of the cell should be scrubbed using a good white soap or scouring soap followed by a good rinse in distilled water. The technique described below is recommended.

2.2 The cell should be dismantled completely and all parts thoroughly cleaned with the chosen solvents, either by a reflux procedure or repeated washings with agitation, in fresh solvent, or, if necessary, by scrubbing in soap and water. All parts should be shaken free of solvent or water and placed in an uncontaminated oven at approximately 110 °C for 90 min.

*Note.* — Appropriate precautions against fire and toxic effects on personnel must be taken when using solvents, some of which, i.e. benzene, toluene and xylene are particularly toxic. Chlorinated solvents are subject to decomposition by light.

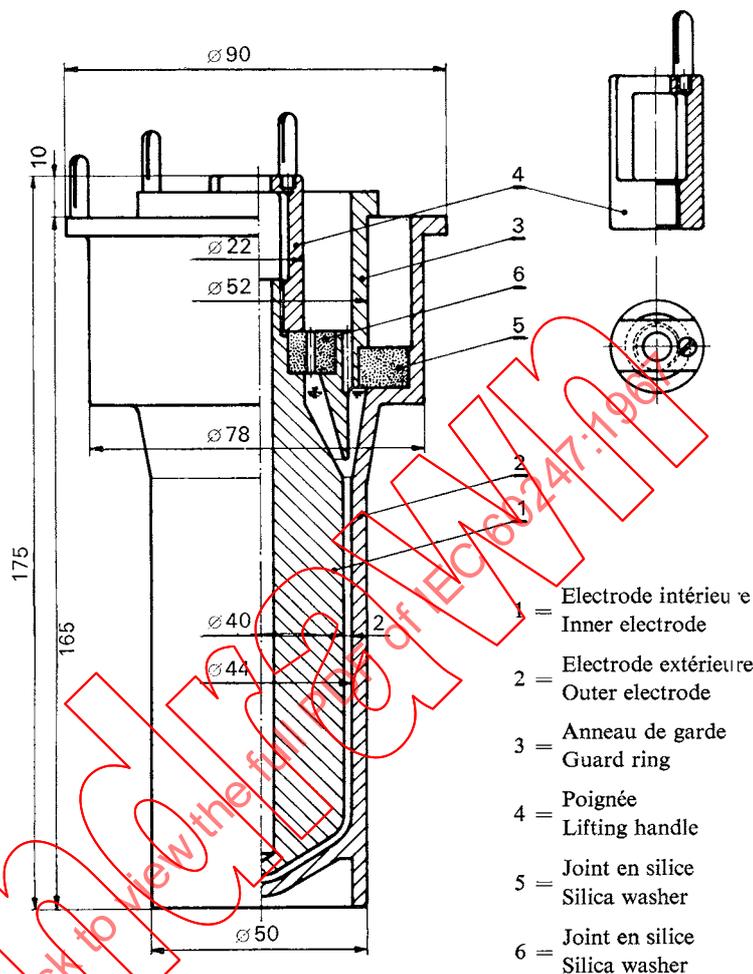
2.3 The parts should be allowed to cool to a few degrees above room temperature and then reassembled. The cell should then be filled with some of the liquid to be measured, which is kept for a few minutes in the cell. The latter is then emptied without measuring and refilled. After measurement on this filling, the cell is again emptied and refilled for a new measurement. Measurements on successive fillings should be taken in order to ascertain that consistent values are obtained. At all stages, avoid touching with the hands all parts of the cell which come into contact with the liquid.

2.4 Because of the importance of the cleaning procedure, it is recommended that material specifications give, for each liquid to be tested, the most detailed cleaning procedure.

## 3. Report

The report of measurements shall, in addition to the items mentioned in Clause 5 of IEC Publication 93, Recommended Methods of Tests for Volume and Surface Resistivities of Electrical Insulating Materials, state the following information regarding the cell:

- a) type of cell used;
- b) nature of metallic surface in contact with liquid;
- c) method of cleaning.



Le volume du liquide est approximativement 45 cm<sup>3</sup>

Toutes les surfaces en contact avec le liquide doivent avoir un poli spéculaire.

*Dimensions en millimètres*

Volume of liquid is approximately 45 cm<sup>3</sup>

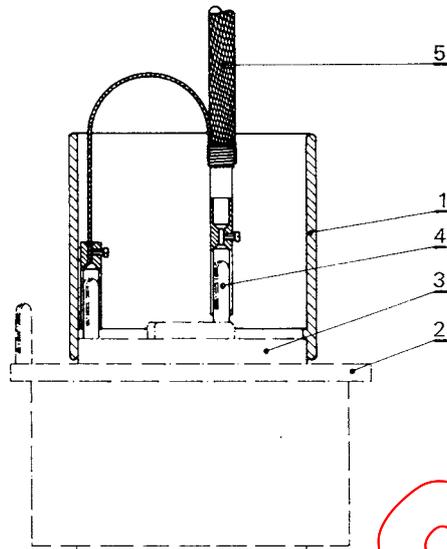
All surfaces in contact with liquid must have a mirror-like finish

*Dimensions in millimetres*

*Note.* — Toute cellule à trois bornes remplissant les conditions indiquées aux paragraphes 1.1 à 1.5 peut être utilisée. La cellule représentée sur cette figure est celle qui est recommandée par la C.I.G.R.E. pour la mesure de la résistivité des huiles isolantes.

Any three-terminal cell which meets the requirements of Sub-clauses 1.1 to 1.5 may be used. The cell illustrated by this figure is the one which is recommended by C.I.G.R.E. for use with insulating oils.

FIG. 1. — Exemple d'une cellule à trois bornes pour la mesure de la résistivité des liquides.  
Example of a three-terminal cell for resistivity measurements on liquids.



- 1 = Coiffe de blindage amovible (acier inoxydable)  
Removable screening cap (stainless steel)
- 2 = Electrode externe  
Outer electrode
- 3 = Anneau de garde  
Guard ring
- 4 = Socle de l'électrode interne  
Inner electrode plug
- 5 = Câble blindé  
Screened cable

FIG. 1a. — Exemple de blindage de la cellule de la Figure 1.  
Example of screening for the cell of Figure 1.