

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Electrical insulating materials used under severe ambient conditions – Test methods for evaluating resistance to tracking and erosion

Matériaux isolants électriques utilisés dans des conditions ambiantes sévères – Méthodes d'essai pour évaluer la résistance au cheminement et à l'érosion



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2007 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, 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 either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.

If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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 la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

- Catalogue of IEC publications: www.iec.ch/searchpub

The IEC on-line Catalogue enables you to search by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

- IEC Just Published: www.iec.ch/online_news/justpub

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details twice a month all new publications released. Available on-line and also by email.

- Electropedia: www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary online.

- Customer Service Centre: www.iec.ch/webstore/custserv

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:

Email: csc@iec.ch
Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

- Catalogue des publications de la CEI: www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: www.iec.ch/online_news/justpub

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille deux fois par mois les nouvelles publications parues. Disponible en-ligne et aussi par email.

- Electropedia: www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International en ligne.

- Service Clients: www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:

Email: csc@iec.ch
Tél.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00



IEC 60587

Edition 3.0 2007-05

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Electrical insulating materials used under severe ambient conditions – Test methods for evaluating resistance to tracking and erosion

Matériaux isolants électriques utilisés dans des conditions ambiantes sévères – Méthodes d'essai pour évaluer la résistance au cheminement et à l'érosion

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

N

ICS 17.220.99; 29.035.01

ISBN 2-8318-1068-3

CONTENTS

FOREWORD.....	3
1 Scope.....	5
2 Terms and definitions	5
3 Test specimens	6
3.1 Dimensions	6
3.2 Preparation	6
4 Apparatus.....	6
4.1 Electrical apparatus.....	6
4.2 Electrodes	8
4.3 Contaminant.....	9
4.4 Timing device	10
4.5 Depth gauge.....	10
4.6 Ventilation	10
5 Procedure	11
5.1 Preparation of the test.....	11
5.2 Method 1: Application of constant tracking voltage	13
5.3 Method 2: stepwise tracking voltage	14
5.4 End-point criteria.....	14
6 Test report.....	15
Figure 1 – Test specimen with holes for fixing electrodes	6
Figure 2 – Schematic circuit diagram	7
Figure 3 – Example: typical circuit for an overcurrent delay relay (F in Figure 2).....	8
Figure 4 – Top electrode, stainless steel 0,5 mm thick	9
Figure 5 – Bottom electrode, stainless steel 0,5 mm thick	9
Figure 6 – Assembly of the electrodes	10
Figure 7 – Test assembly, schematic	11
Figure 8 – Mounting support	12
Figure 9 – Filter-paper (eight sheets requested for each top electrode).....	12
Table 1 – Test parameters	8

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**ELECTRICAL INSULATING MATERIALS
USED UNDER SEVERE AMBIENT CONDITIONS –
TEST METHODS FOR EVALUATING RESISTANCE
TO TRACKING AND EROSION**

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60587 has been prepared by IEC technical committee 112: Evaluation and qualification of electrical insulating materials and systems.

This third edition cancels and replaces the second edition, published in 1984, and constitutes a technical revision. The main changes from the previous edition are as follows: experience has indicated the need for improved description of the experimental method. For the preparation of the test specimens abrasion is recommended only if necessary. The ventilation of the test chamber is described in detail. For specimens of soft elastomeric materials a mounting support is described. The maximum depth of erosion has to be reported in the classification.

This bilingual version, published in 2009-11, corresponds to the English version.

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

FDIS	Report on voting
112/56/FDIS	112/61/RVD

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

The French version of this standard has not been voted upon.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

- reconfirmed;
- withdrawn;
- replaced by a revised edition, or
- amended.

ELECTRICAL INSULATING MATERIALS USED UNDER SEVERE AMBIENT CONDITIONS – TEST METHODS FOR EVALUATING RESISTANCE TO TRACKING AND EROSION

1 Scope

This International standard describes two test methods for the evaluation of electrical insulating materials for use under severe ambient conditions at power frequencies (45 Hz to 65 Hz) by measurement of the resistance to tracking and erosion, using a liquid contaminant and inclined plane specimens. The two methods are as follows:

- Method 1: constant tracking voltage;
- Method 2: stepwise tracking voltage.

NOTE 1 Method 1 is the most widely used method as there is less need for continual inspection.

NOTE 2 The test conditions are designed to accelerate the production of the effects, but do not reproduce all the conditions encountered in service.

2 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply.

2.1

track

partially conducting path created by localized deterioration on the surface of an insulating material

2.2

tracking

progressive degradation of the surface of a solid insulating material by local discharges to form conducting or partially conducting paths

NOTE Tracking usually occurs due to surface contamination.

[IEC 60050-212-01-42¹]

2.3

erosion, electrical

loss of material by leakage current or electrical discharge

2.4

time-to-track

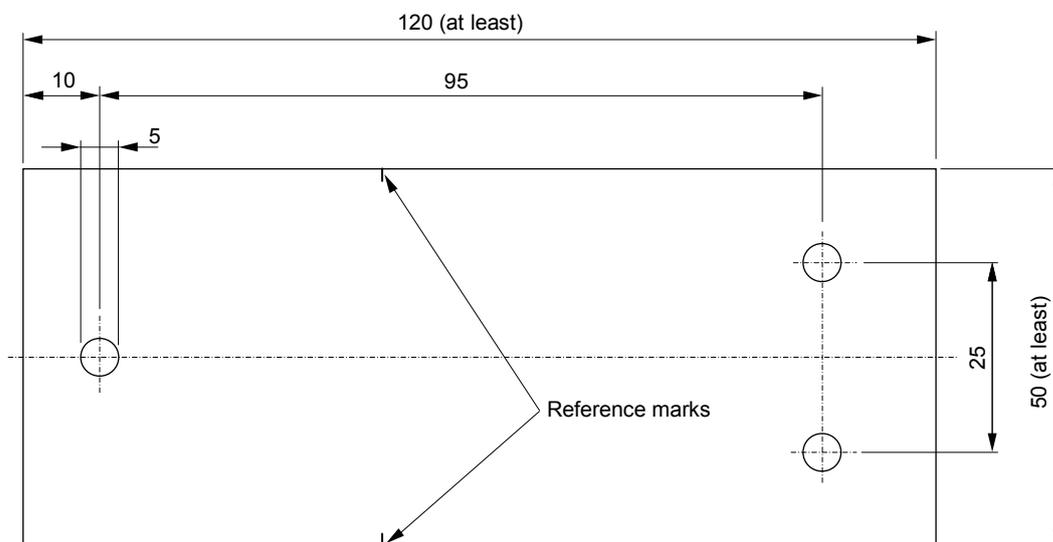
time required to produce tracks under the specified conditions of test

¹ IEC 60050-212:1990, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 212: Insulating solids, liquids and gases*

3 Test specimens

3.1 Dimensions

Flat specimens with a size of at least 50 mm X 120 mm shall be used. The preferred thickness shall be 6 mm. Other thicknesses may be used, but must be mentioned in the test report. The specimens shall be drilled as shown in Figure 1, to attach the electrodes.



IEC 672/07

Dimensions in millimetres

Figure 1 – Test specimen with holes for fixing electrodes

3.2 Preparation

The specimens shall be washed with a suitable solvent (e.g. isopropyl alcohol) to remove leftovers such as fat from handling. After that the specimens shall be rinsed with distilled water.

The cleaned specimens shall be mounted carefully to avoid contamination.

If the contaminant does not wet the surface evenly within the observation time mentioned in 5.1, the surface of the specimens can be slightly abraded. The abrasion should be done with a fine (U.S. grade (CAMI): 400 mesh; European grade (FEPA): P800) aluminium-oxide- or zirconia-alumina-abrasive under water until the whole surface wets and appears uniformly matt when dry. When abraded the specimen shall be cleaned another time with distilled water.

Abrasion has to be mentioned in the test report.

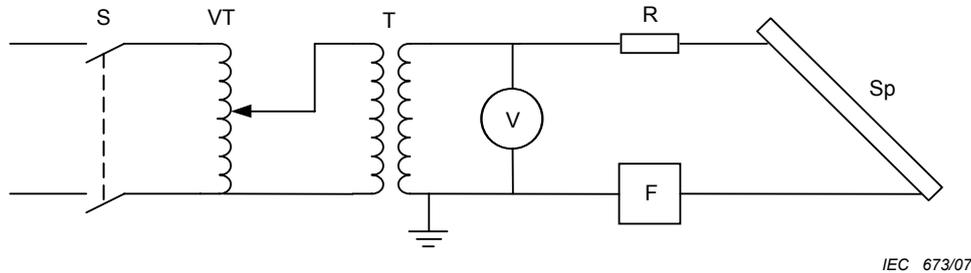
Specimens used for criterion B (see 5.4) shall have reference marks on both edges, 25 mm above the lower electrode (see Figures 1 and 7).

4 Apparatus

4.1 Electrical apparatus

A schematic circuit is given in Figure 2. As the test will be carried out at high voltages, it is obviously necessary to use an earthed safety enclosure. The circuit comprises:

- A 45 Hz to 65 Hz power supply with an output voltage stabilized to $\pm 5\%$ which can be varied up to about 6 kV with a rated current not less than 0,1 A for each specimen. Preferred test voltages are 2,5 kV, 3,5 kV and 4,5 kV, for method 1.



Components

S	power supply switch
VT	variable ratio transformer
T	high-voltage transformer
R	series resistor
V	voltmeter
Sp	specimen
F	overcurrent device, fuse or relay

Figure 2 – Schematic circuit diagram

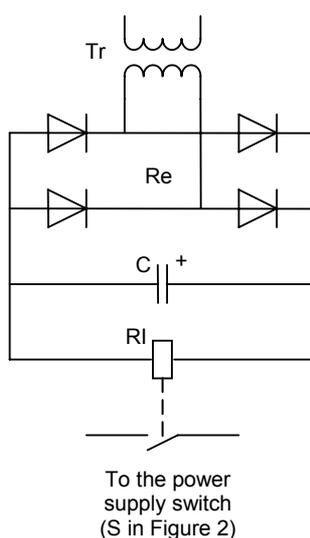
NOTE If only one power supply is used for several specimens, each should have a circuit-breaker or a similar device (see 4.1, last sentence).

- A 200 W resistor with $\pm 10\%$ tolerance in series with each specimen at the high-voltage side of the power supply. The resistance of the resistor shall be taken from Table 1.

Table 1 – Test parameters

Test voltage kV	Preferred test voltage for method 1 kV	Contaminant flow rate ml/min	Series resistor, Resistance kΩ
1,0 to 1,75	-	0,075	1
2,0 to 2,75	2,5	0,15	10
3,0 to 3,75	3,5	0,30	22
4,0 to 4,75	4,5	0,60	33
5,0 to 6,0	-	0,90	33

- A true r.m.s. voltmeter with an accuracy of 1,5 % of reading shall be used.
- An overcurrent delay relay (for example see Figure 3) or any other device which operates when $60 \text{ mA} \pm 6 \text{ mA}$ or more has persisted in the high-voltage circuit for 2 s to 3 s.



IEC 674/07

Components

- Re rectifier
- Tr transformer (winding 300/900 turns)
- RI relay (2 500 Ω/11 000 turns)
- C capacitor (200 μF)

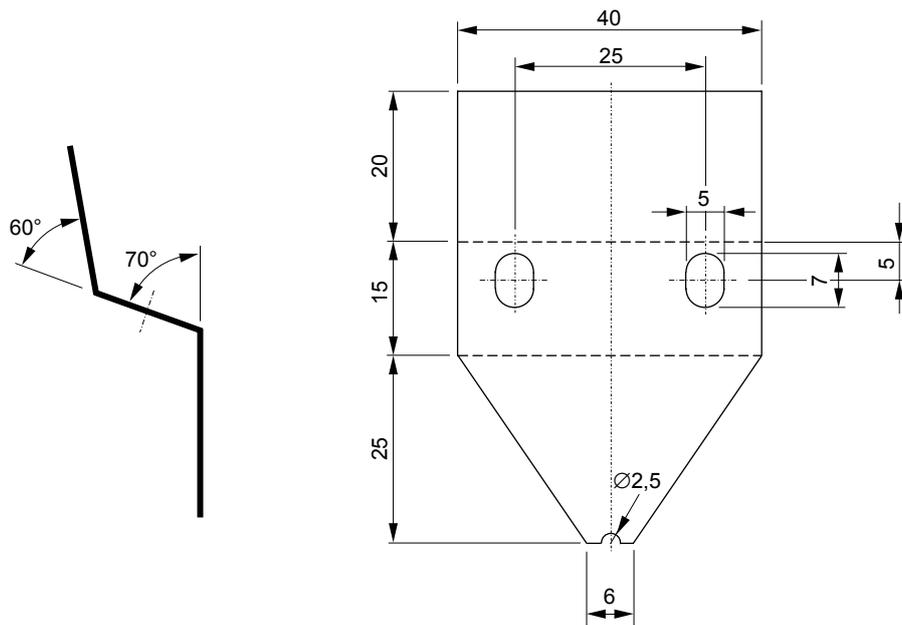
Figure 3 – Example: typical circuit for an overcurrent delay relay (F in Figure 2)

4.2 Electrodes

All electrodes, fixtures and assembly elements associated with the electrodes, such as screws, shall be made of stainless steel e.g. grade 302. The electrode assembly is shown in Figure 6.

NOTE The electrodes shall be cleaned prior to each test and replaced when necessary.

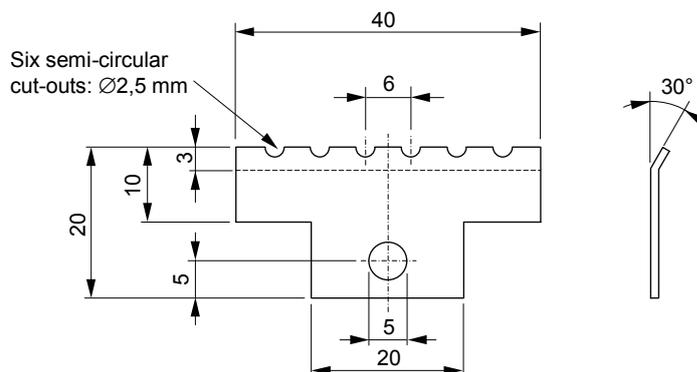
The top electrode is shown in Figure 4. The bottom electrode is shown in Figure 5.



IEC 675/07

Dimensions in millimetres

Figure 4 – Top electrode, stainless steel 0,5 mm thick



IEC 676/07

Dimensions in millimetres

Figure 5 – Bottom electrode, stainless steel 0,5 mm thick

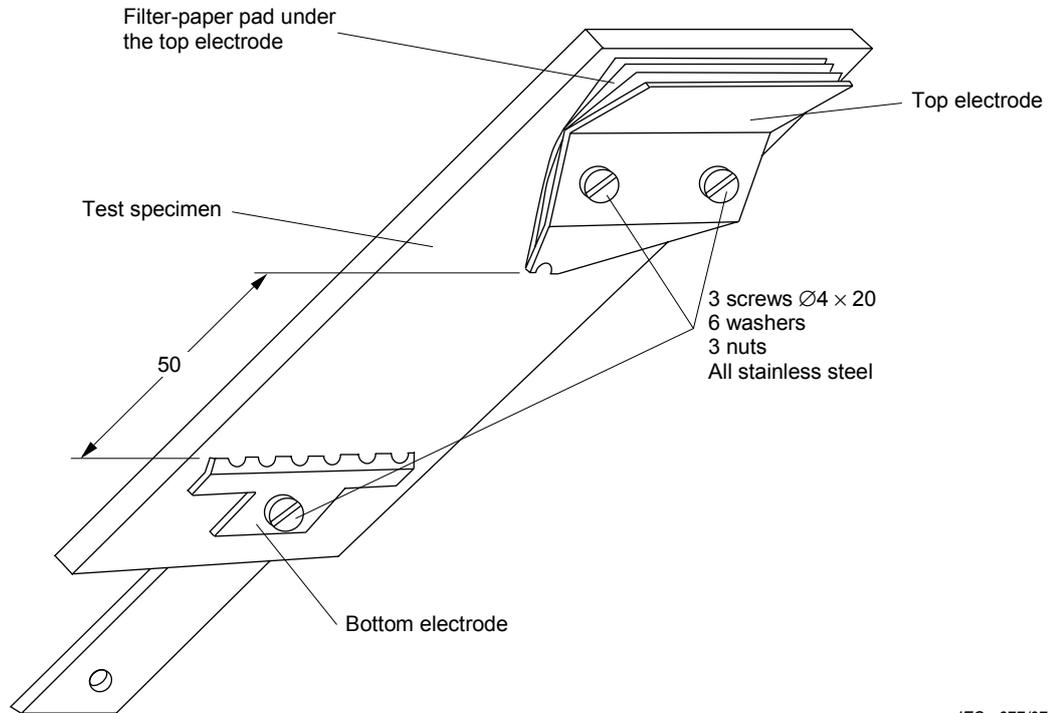
4.3 Contaminant

Unless otherwise specified use

- 0,1 % ± 0,002 % by mass of NH₄Cl (ammonium chloride) analytical quality, and
- 0,02 % ± 0,002 % by mass of isooctylphenoxy polyethoxy ethanol (a non-ionic wetting agent) in distilled or de-ionized water.
- This contaminant shall have a resistivity of 3,95 Ωm ± 0,05 Ωm at 23 °C ± 1 °C.
- The contaminant shall be not more than four weeks old and its resistivity shall be checked before each series of tests.
- Eight layers of filter-paper with a thickness of 0,2 mm ± 0,02 mm, of the approximate dimensions given in Figure 9, are clamped between the top electrode and the specimen to act as a reservoir for the contaminant.
- The contaminant shall be fed into this filter-paper pad so that a uniform flow between the top and the bottom electrodes shall occur before voltage application.

NOTE This can be done by pumping the contaminant through a tube into the filter-paper pad. The tube can be held between the filter papers by a clip of stainless steel. Another possibility is to drip the contaminant into the filter-paper pad with a fixed drop size and fixed number of drops per minute.

- The rate of application of contaminant shall be that within $\pm 10\%$ specified in Table 1 in relation to the applied voltage.



Dimensions in millimetres

Figure 6 – Assembly of the electrodes

4.4 Timing device

A timing device with an accuracy of about ± 1 min/h shall be used.

NOTE For example a 1 min pulser with a counter is acceptable.

4.5 Depth gauge

A depth gauge with an accuracy of $\pm 0,01$ mm shall be used. The point of the probe shall be hemispherical with a radius of 0,25 mm.

4.6 Ventilation

The test chamber shall be equipped with a ventilation to allow an exhaust of steam and gaseous decomposition products. The ventilation of the test chamber should be moderate and constant to avoid permanent condensation of water. Direct airflow across the test specimens shall be avoided.

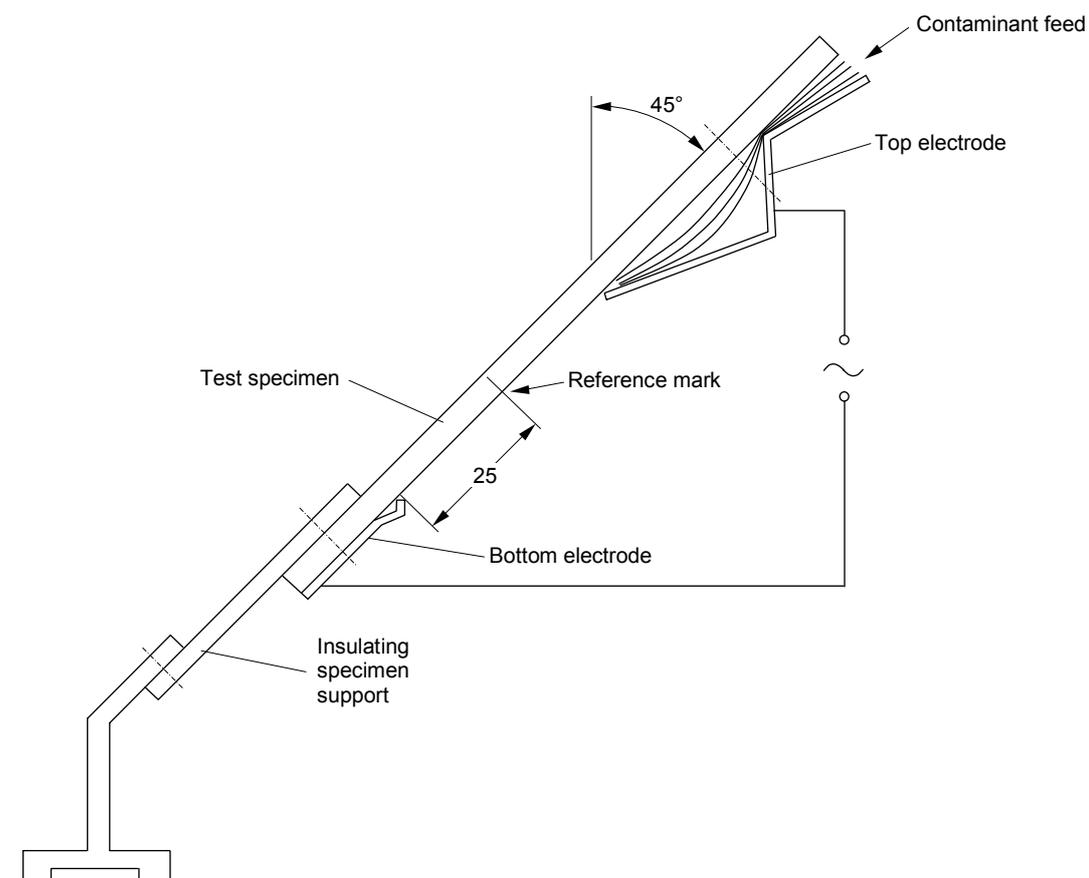
NOTE Experience shows that the intensity of ventilation may influence the test result.

5 Procedure

5.1 Preparation of the test

Unless otherwise specified, the test shall be carried out at an ambient temperature of $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ on sets of at least five specimens for each material.

Mount the specimen, with the flat test surface on the underside, at an angle of $45^\circ \pm 2^\circ$ from the horizontal as shown in Figure 7, with the electrodes $50\text{ mm} \pm 0,5\text{ mm}$ apart. The test for further 5 specimen can be achieved either simultaneously or respectively.



IEC 678/07

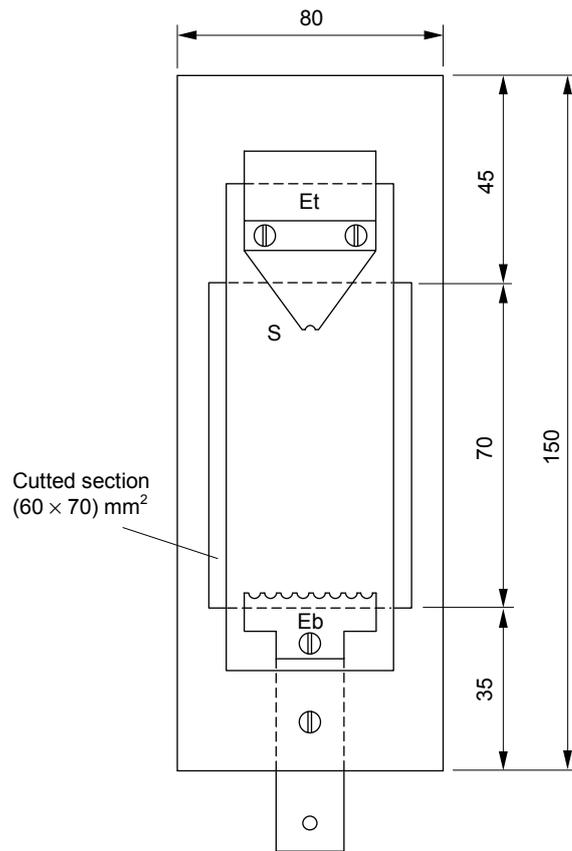
Dimensions in millimetres

Figure 7 – Test assembly, schematic

NOTE 1 For each test, use a new filter-paper pad (see Figure 9).

If the specimen is not self-supporting an insulating mounting support for the specimen must be used. The mounting support shall be such that the heat dissipation from the back of the sample is not hindered and the material shall be heat resistant and electrically insulating (e.g. PTFE). An example of a mounting support is shown in Figure 8.

Start introducing the contaminant into the filter-paper pad allowing the contaminant to wet the paper thoroughly. Adjust the contaminant flow and calibrate to give a flow rate as specified in Table 1. Observe the flow for at least 10 min and ensure that the contaminant flows steadily down the face of the test specimen between the electrodes. The contaminant shall flow from the quill hole of the top electrode and not from the sides or the top of the filter-paper.



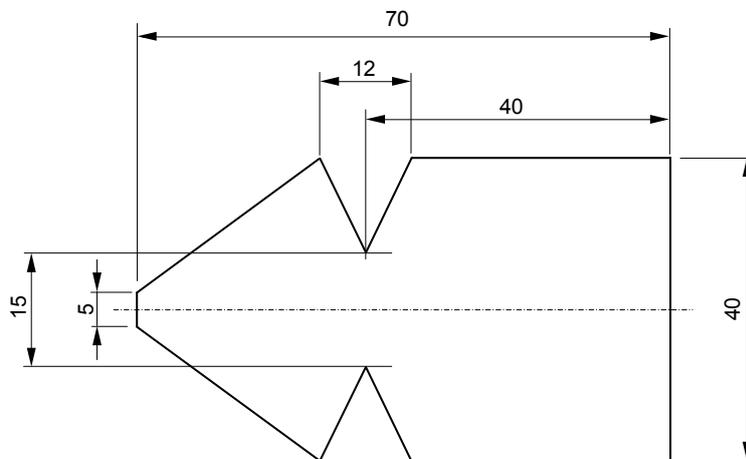
IEC 679/07

Dimensions in millimetres

Components

- Et top electrode
- Eb bottom electrode
- MS mounting support
- S specimen

Figure 8 – Mounting support



IEC 680/07

Dimensions in millimetres

Figure 9 – Filter-paper (eight sheets requested for each top electrode)

5.2 Method 1: Application of constant tracking voltage

With the contaminant flowing uniformly at the specified rate, according to Table 1, switch on and raise the voltage to one of the preferred test voltages, 2,5 kV, 3,5 kV or 4,5 kV, which should be reached within a maximum of 10 s, and start the timing device. The voltage shall be maintained constant for 6 h.

If the test has to be repeated at a higher or lower voltage, a further set of five specimens shall be tested for each selected preferred voltage.

The constant tracking voltage is the highest voltage withstood by all five specimens for 6 h without failure (see 5.4).

Classification of the material is as follows:

Class 1A 0 or 1B 0

if any specimen fails at 2,5 kV in less than 6 h according to criterion A or B of 5.4.

Class 1A 2,5 or 1B 2,5

if all five specimens survive 6 h at 2,5 kV and if any specimen fails at 3,5 kV in less than 6 h.

Class 1A 3,5 or 1B 3,5

if all five specimens survive 6 h at 3,5 kV and if any specimen fails at 4,5 kV in less than 6 h.

Class 1A 4,5 or 1B 4,5

if all five specimens survive 6 h at 4,5 kV.

In each case, the maximum depth of erosion is to be reported.

5.3 Method 2: stepwise tracking voltage

Select a starting voltage, being a multiple of 250 V, such that failure according to criterion A of 5.4 (current exceeding 60 mA) does not occur sooner than the third voltage step (a preliminary trial test may be necessary). With the contaminant flowing uniformly at the specified rate, switch on and raise the voltage to the selected value. Maintain this voltage for 1 h and increase the voltage by a step of 250 V for each subsequent hour until failure by criterion A is recorded. As the voltage is increased the contaminant flow rate and the resistance value of the series resistor are increased according to Table 1.

The stepwise tracking voltage is the highest voltage withstood by all five specimens for 1 h without failure.

Classification of the material is as follows:

Class 2A x or 2B x, where x is the highest voltage, in kilovolts, withstood by the material under test.

NOTE 1 Effective scintillation is essential and if not obtained, the electrical circuit, the contaminant flow characteristics and contaminant resistivity should be carefully checked.

Scintillation means the existence of small yellow to white (with some materials occasionally blue) arcs just above the teeth of the lower electrode, within a few minutes of application of the voltage. These discharges should occur in an essentially continuous manner, although they may jump from one tooth to another. These discharges will burn away the specimen surface and may ultimately lead to tracking failure. Discharges which move rapidly over the surface between the two electrodes are not likely to produce tracks.

The condition of effective scintillation may also be observed with a cathode-ray oscilloscope. The signal may be picked up across a resistor (e.g. 330 Ω , 2 W) placed in series with the overcurrent device. Proper scintillation is observed as a continual, but non-uniform, break-up of the power frequency current wave during each half cycle.

NOTE 2 The overcurrent device should operate before the track reaches the top electrode when a 60 mA current flows in the conducting track and in the stream of electrolyte remaining on the surface.

NOTE 3 Erosion depth is measured after scraping away or otherwise removing decomposed insulation and debris, taking care not to remove any undamaged test material.

5.4 End-point criteria

Two criteria for determining the end point of the test are in use:

Criterion A:

The end point is reached when the value of the current in the high voltage circuit through the specimen exceeds 60 mA (an overcurrent device then breaks this current not before 2 s, but not later than 4 s) or when a specimen shows a hole due to intensive erosion or the specimen ignites.

NOTE 1 The 60 mA end point criterion permits the use of an automatic apparatus testing several specimens simultaneously.

NOTE 2 Flammability failure occurs with some materials which ignite during the test.

Criterion B:

The end point is reached when the track reaches a mark on the specimen surface 25 mm from the lower electrode (see Figures 1 and 7) or when a specimen shows a hole due to intensive erosion or the specimen ignites.

NOTE 3 This end point criterion (criterion B) requires constant visual supervision and manual control.

NOTE 4 Criterion A without ignition is the preferred criterion.

6 Test report

The report shall include:

- a) type and designation of material tested;
 - b) details of the specimens: fabrication and dimensions, cleaning procedure and solvent used, surface treatment if any, pre-conditioning. The thickness shall be reported;
 - c) orientation of composite specimen (like fibre-reinforced plastic) with respect to the electrodes (i.e. machine direction, cross-machine direction, bias, etc.);
 - d) method for the application of the voltage and end point criterion used. Classification according to 5.2;
 - e) the maximum depth of erosion has to be reported in the classification. For example a maximum erosion depth of 0,5 mm as 1 A 3,5 – 0,5.
-

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	17
1 Domaine d'application	19
2 Termes et définitions	19
3 Éprouvettes.....	20
3.1 Dimensions	20
3.2 Préparation	20
4 Appareillage	20
4.1 Appareillage électrique.....	20
4.2 Électrodes	22
4.3 Contaminant.....	23
4.4 Dispositif de mesure du temps.....	24
4.5 Jauge de profondeur	24
4.6 Ventilation	24
5 Mode opératoire	25
5.1 Préparation de l'essai.....	25
5.2 Méthode 1: essai de résistance au cheminement à tension constante	27
5.3 Méthode 2: essai de résistance au cheminement par paliers de tension	27
5.4 Critères du point limite	28
6 Rapport d'essai	28
Figure 1 – Éprouvette à trous de fixation d'électrodes.....	20
Figure 2 – Schéma de principe	21
Figure 3 – Exemple: circuit typique pour un relais temporisateur de surintensité (F dans la Figure 2).....	22
Figure 4 – Électrode supérieure en acier inoxydable de 0,5 mm d'épaisseur.....	23
Figure 5 – Électrode inférieure en acier inoxydable de 0,5 mm d'épaisseur	23
Figure 6 – Montage des électrodes	24
Figure 7 – Schéma de l'appareillage	25
Figure 8 – Support d'éprouvette.....	26
Figure 9 – Papier filtre (huit feuilles nécessaires pour chaque électrode supérieure)	26
Tableau 1 – Paramètres d'essai.....	21

www.TeraStandard.com

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**MATÉRIAUX ISOLANTS ÉLECTRIQUES UTILISÉS
DANS DES CONDITIONS AMBIANTES SÉVÈRES –
MÉTHODES D'ESSAI POUR ÉVALUER LA RÉSISTANCE
AU CHEMINEMENT ET À L'ÉROSION**

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de la CEI. La CEI n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60587 a été établie par le comité d'études 112 de la CEI: Évaluation et qualification des systèmes et matériaux d'isolement électrique.

La présente troisième édition annule et remplace la seconde édition publiée en 1984 et constitue une révision technique. Les principales modifications suivantes ont été apportées par rapport à l'édition précédente: l'expérience a montré le besoin d'améliorer la description de la méthode expérimentale. Ensuite, en ce qui concerne la préparation des éprouvettes, l'abrasion est recommandée uniquement si nécessaire. La ventilation de l'enceinte d'essai est également décrite en détail. Un support de montage est décrit pour les éprouvettes constituées de matériaux élastomères souples. Enfin, la profondeur d'érosion maximale doit être mentionnée dans la classification.

La présente version bilingue, publiée en 2009-11, correspond à la version anglaise.

Le texte anglais de cette norme est issu des documents 112/56/FDIS et 112/61/RVD.

Le rapport de vote 112/61/RVD donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

La version française de cette norme n'a pas été soumise au vote.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de maintenance indiquée sur le site web de la CEI sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. À cette date, la publication sera

- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

MATÉRIAUX ISOLANTS ÉLECTRIQUES UTILISÉS DANS DES CONDITIONS AMBIANTES SÉVÈRES – MÉTHODES D'ESSAI POUR ÉVALUER LA RÉSISTANCE AU CHEMINEMENT ET À L'ÉROSION

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale décrit deux méthodes d'essai pour évaluer les matériaux isolants électriques utilisés dans des conditions ambiantes sévères à des fréquences industrielles (comprises entre 45 Hz et 65 Hz), impliquant la mesure de la résistance au cheminement et à l'érosion, à l'aide d'un contaminant liquide et d'éprouvettes plates inclinées. Les deux méthodes sont les suivantes:

- Méthode 1: essai de résistance au cheminement à tension constante;
- Méthode 2: essai de résistance au cheminement par paliers de tension.

NOTE 1 La méthode 1 est la plus largement utilisée étant donné qu'elle nécessite moins de contrôles en continu.

NOTE 2 Les conditions d'essai sont conçues pour accélérer la manifestation des effets, mais elles ne reproduisent pas toutes les conditions rencontrées en service.

2 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

2.1

trace de cheminement

chemin partiellement conducteur formé par détérioration locale de la surface d'un matériau isolant

2.2

cheminement

dégradation progressive de la surface d'un matériau isolant solide par des décharges locales formant des chemins conducteurs ou partiellement conducteurs

NOTE Le cheminement est causé habituellement par une contamination superficielle.

[CEI 60050-212-01-42¹]

2.3

érosion électrique

perte de matériau sous l'action d'un courant de fuite ou de décharges électriques

2.4

temps nécessaire au cheminement

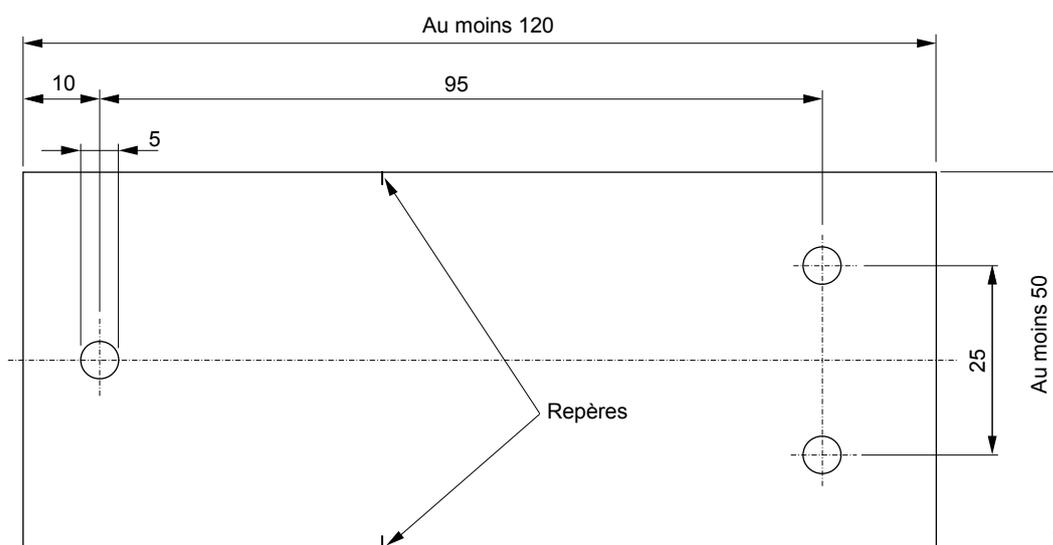
temps nécessaire pour former des traces de cheminement dans les conditions spécifiées pour l'essai

¹ CEI 60050-212: 1990, *Vocabulaire Electrotechnique International – Chapitre 212: Isolants solides, liquides et gazeux*

3 Épreuves

3.1 Dimensions

Des éprouvettes planes, de dimensions au moins égales à 50 mm X 120 mm, doivent être utilisées. L'épaisseur préférentielle doit être de 6 mm. D'autres épaisseurs peuvent être utilisées, mais doivent être mentionnées dans le rapport d'essai. Pour recevoir les électrodes, les éprouvettes doivent être percées, comme illustré dans la Figure 1.



CEI 672/07

Dimensions en millimètres

Figure 1 – Épreuve à trous de fixation d'électrodes

3.2 Préparation

Les éprouvettes doivent être lavées avec un solvant adapté (par exemple, de l'alcool isopropylique) afin d'éliminer les résidus tels que la graisse issue de la manipulation. Les éprouvettes doivent ensuite être rincées à l'eau distillée.

Les éprouvettes doivent être montées avec précaution pour éviter la contamination.

Si le contaminant ne mouille pas uniformément la surface pendant la durée d'observation mentionnée en 5.1, la surface des éprouvettes peut être légèrement abrasée. Il convient que l'abrasion soit faite avec un papier abrasif fin (granulométrie américaine (CAMI): maille 400; granulométrie européenne (FEPA): P800), en oxyde d'aluminium ou en alumine de zirconium, sous l'eau, jusqu'à ce que la surface entière soit mouillée et prenne un aspect mat uniforme en séchant. Une fois abrasée, l'éprouvette doit être à nouveau nettoyée à l'eau distillée.

L'abrasion doit être mentionnée dans le rapport d'essai.

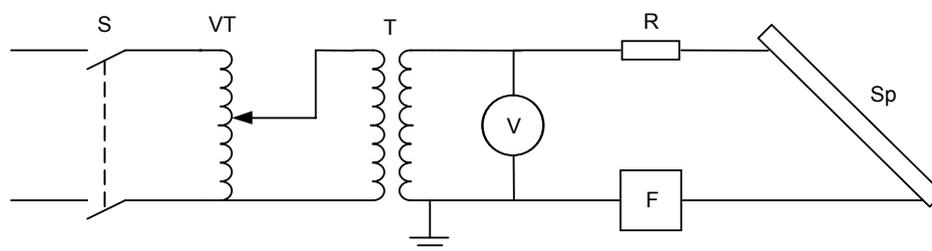
Les éprouvettes utilisées pour le critère B (voir en 5.4) doivent comporter sur chacun des bords un repère situé 25 mm au-dessus de l'électrode inférieure (voir les Figures 1 et 7).

4 Appareillage

4.1 Appareillage électrique

Un schéma de circuit est donné à la Figure 2. Comme l'essai est effectué sous haute tension, il est bien entendu indispensable d'utiliser une enceinte de sécurité reliée à la terre. Le circuit comprend ce qui suit:

- une source d'alimentation à fréquence industrielle, 45 Hz à 65 Hz, dont la tension de sortie stabilisée à $\pm 5\%$ est réglable jusqu'à 6 kV environ, fournissant une intensité assignée au moins égale à 0,1 A par éprouvette. Pour la méthode 1, les tensions d'essai préférentielles sont 2,5 kV, 3,5 kV et 4,5 kV;



CEI 673/07

Composants

S	contacteur d'alimentation
VT	transformateur de réglage
T	transformateur à haute tension
R	résistance série
V	voltmètre
Sp	éprouvette
F	dispositif de protection contre les surintensités, à coupe-circuit ou relais

Figure 2 – Schéma de principe

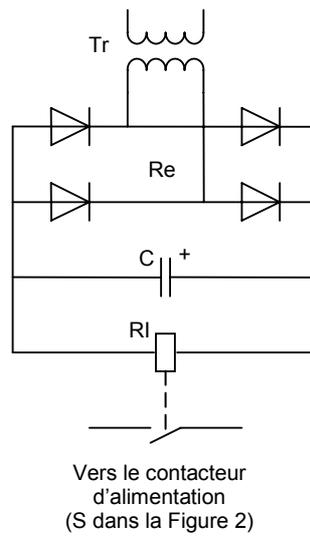
NOTE Si une alimentation unique est utilisée pour plusieurs éprouvettes, il convient qu'un disjoncteur ou un dispositif analogue (voir en 4.1, dernière phrase) soit inséré dans le circuit de chacune de ces éprouvettes.

- une résistance d'une puissance de 200 W et de tolérance $\pm 10\%$ est mise en série avec chaque éprouvette du côté haute tension de l'alimentation. Les valeurs de cette résistance doivent être tirées du Tableau 1;

Tableau 1 – Paramètres d'essai

Tension d'essai kV	Valeurs préférentielles pour la méthode 1 kV	Débit du contaminant ml/min	Valeur de la résistance série k Ω
1,0 à 1,75	-	0,075	1
2,0 à 2,75	2,5	0,15	10
3,0 à 3,75	3,5	0,30	22
4,0 à 4,75	4,5	0,60	33
5,0 à 6,0	-	0,90	33

- un vrai voltmètre à valeur r.m.s. ayant une précision de lecture de 1,5 % doit être utilisé;
- un relais temporisateur de surintensité (voir par exemple la Figure 3) ou tout autre dispositif fonctionnant lorsqu'un courant de $60\text{ mA} \pm 6\text{ mA}$ ou plus s'est maintenu dans le circuit à haute tension pendant 2 s à 3 s.



CEI 674/07

Composants

Re	redresseur
Tr	transformateur (enroulements 300/900 tours)
RI	relais (2 500 Ω /11 000 tours)
C	condensateur (200 μ F)

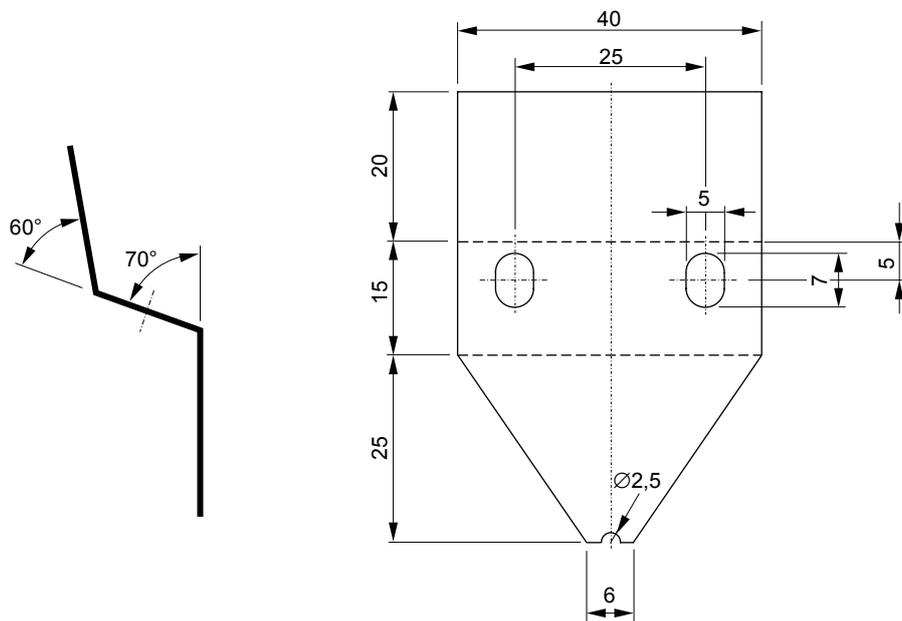
Figure 3 – Exemple: circuit typique pour un relais temporisateur de surintensité (F dans la Figure 2)

4.2 Électrodes

L'ensemble des électrodes, parties fixes et éléments de montage associés aux électrodes, tels que les vis, doit être en acier inoxydable, par exemple de catégorie 302. Le montage des électrodes est illustré dans la Figure 6.

NOTE Les électrodes doivent être nettoyées avant chaque essai et remplacées lorsque cela est nécessaire.

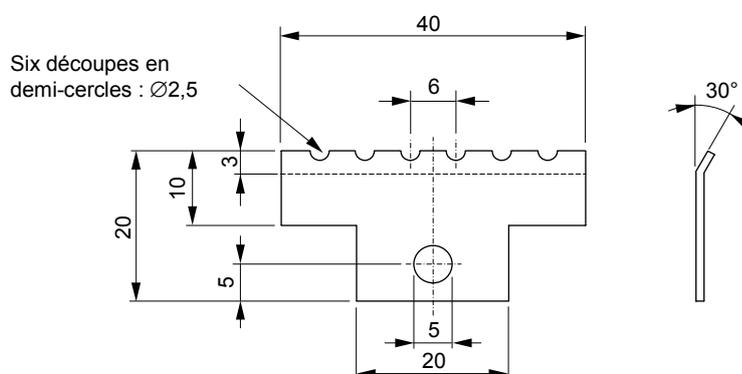
L'électrode supérieure est représentée à la Figure 4. L'électrode inférieure est représentée à la Figure 5.



CEI 675/07

Dimensions en millimètres

Figure 4 – Électrode supérieure en acier inoxydable de 0,5 mm d'épaisseur



CEI 676/07

Dimensions en millimètres

Figure 5 – Électrode inférieure en acier inoxydable de 0,5 mm d'épaisseur

4.3 Contaminant

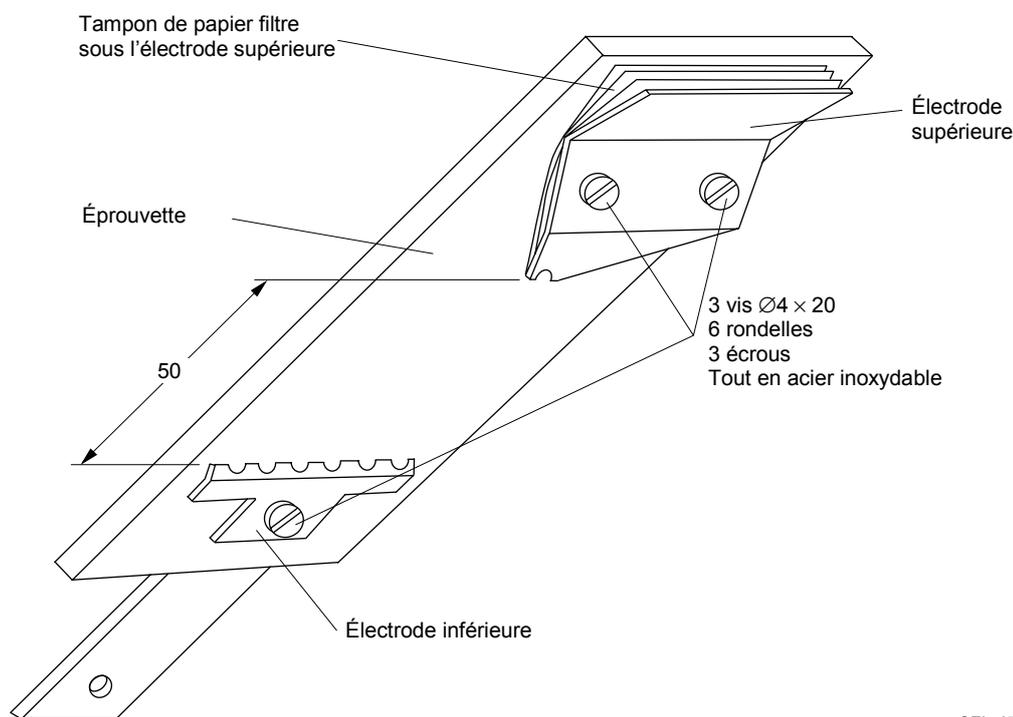
Sauf spécification contraire, utiliser une solution de

- 0,1 % \pm 0,002 % (en masse) de NH₄Cl (chlorure d'ammonium) de qualité analytique, et
- 0,02 % \pm 0,002 % (en masse) d'iso-octylphénoxyéthoxyéthanol (agent mouillant non ionique) dans de l'eau distillée ou désionisée.
- La résistivité du contaminant doit être de 3,95 Ω m \pm 0,05 Ω m à 23°C \pm 1°C.
- Le contaminant doit être préparé depuis moins de quatre semaines et sa résistivité doit être vérifiée avant chaque série d'essais.

- Huit couches de papier filtre de $0,2 \text{ mm} \pm 0,02 \text{ mm}$ d'épaisseur, ayant approximativement les dimensions indiquées à la Figure 9, sont pincées entre l'électrode supérieure et l'éprouvette de façon à servir de réservoir pour le contaminant.
- Le contaminant doit être introduit dans ce tampon de papier filtre de façon qu'un écoulement uniforme se produise entre l'électrode supérieure et l'électrode inférieure avant l'application de la tension.

NOTE Cet écoulement peut être réalisé par pompage de contaminant à travers un tuyau dans le tampon de papier filtre. Le tuyau peut être maintenu entre les papiers filtres par une pince en acier inoxydable. Une autre possibilité consiste à laisser le contaminant s'écouler goutte à goutte dans le tampon de papier filtre en utilisant des gouttes de volume fixé et un nombre fixé de gouttes par minute.

- Le débit d'application du contaminant doit être celui spécifié au Tableau 1, $\pm 10 \%$, en fonction de la tension appliquée.



CEI 677/07

Dimensions en millimètres

Figure 6 – Montage des électrodes

4.4 Dispositif de mesure du temps

Un dispositif de mesure du temps avec une précision d'environ $\pm 1 \text{ min/h}$ doit être utilisé.

NOTE Par exemple, un générateur délivrant une impulsion par minute, relié à un compteur, est acceptable.

4.5 Jauge de profondeur

Une jauge de profondeur avec une précision de $\pm 0,01 \text{ mm}$ doit être utilisée. La pointe de touche doit être hémisphérique et avoir un rayon de $0,25 \text{ mm}$.

4.6 Ventilation

L'enceinte d'essai doit être équipée d'une ventilation permettant l'évacuation de la vapeur et des produits de décomposition des gaz. Il convient que la ventilation de l'enceinte d'essai soit modérée et constante pour éviter une condensation d'eau permanente. L'écoulement direct de l'air à travers les éprouvettes doit être évité.

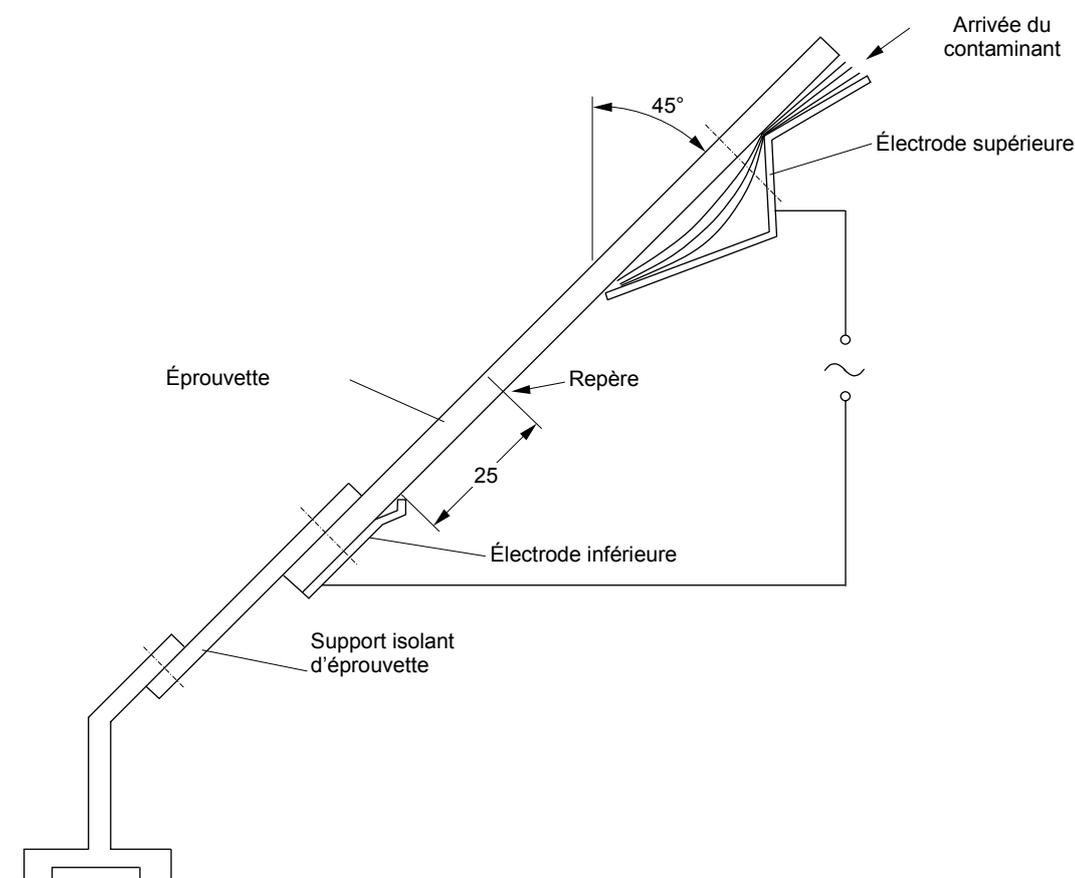
NOTE La pratique montre que l'intensité de la ventilation peut influencer le résultat de l'essai.

5 Mode opératoire

5.1 Préparation de l'essai

Sauf spécification contraire, l'essai doit être effectué à une température ambiante de $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ sur des séries d'au moins cinq éprouvettes par matériau.

Monter l'éprouvette, la surface plane d'essai tournée vers le bas, en faisant un angle de $45^\circ \pm 2^\circ$ avec l'horizontale comme illustré dans la Figure 7, les électrodes étant distantes de $50\text{ mm} \pm 0,5\text{ mm}$. L'essai sur une autre série de 5 éprouvettes peut être effectué simultanément ou séparément.



CEI 678/07

Dimensions en millimètres

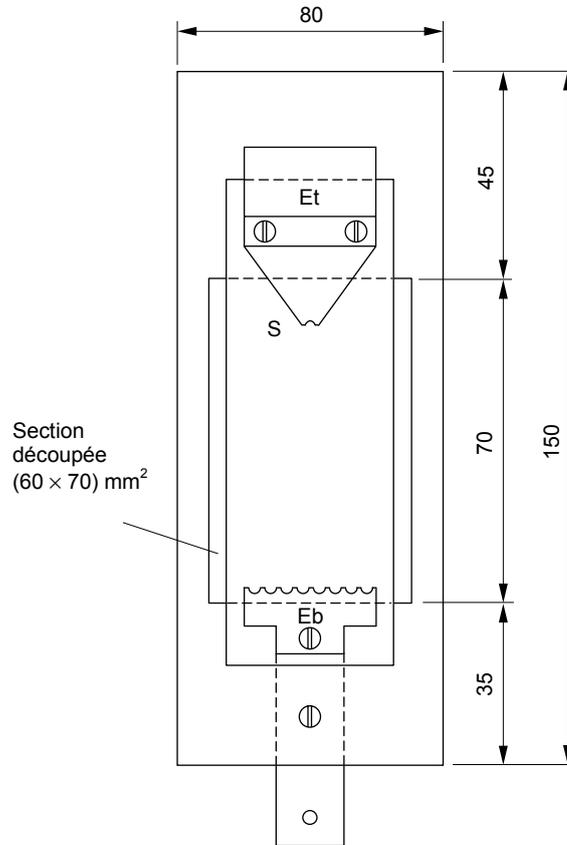
Figure 7 – Schéma de l'appareillage

NOTE Pour chaque essai, utiliser un nouveau tampon de papier filtre (voir la Figure 9).

Si l'éprouvette n'est pas autoportante, il faut qu'un support isolant d'éprouvette soit utilisé. Le support ne doit pas empêcher la dissipation de chaleur depuis l'arrière de l'éprouvette. Il doit être constitué d'un matériau résistant à la chaleur qui soit un isolant électrique (comme le PTFE). La Figure 8 montre un exemple de support de montage.

Commencer à introduire le contaminant dans le tampon de papier filtre afin de lui permettre de mouiller parfaitement le papier. Régler le débit du contaminant et l'étalonner de sorte qu'il soit égal à celui qui est spécifié au Tableau 1. Observer le débit pendant au moins 10 min et s'assurer que le contaminant s'écoule régulièrement entre les électrodes à la surface de

l'éprouvette. Le contaminant doit s'écouler depuis le trou de l'électrode supérieure et non par les côtés, ni déborder de la partie supérieure du papier filtre.



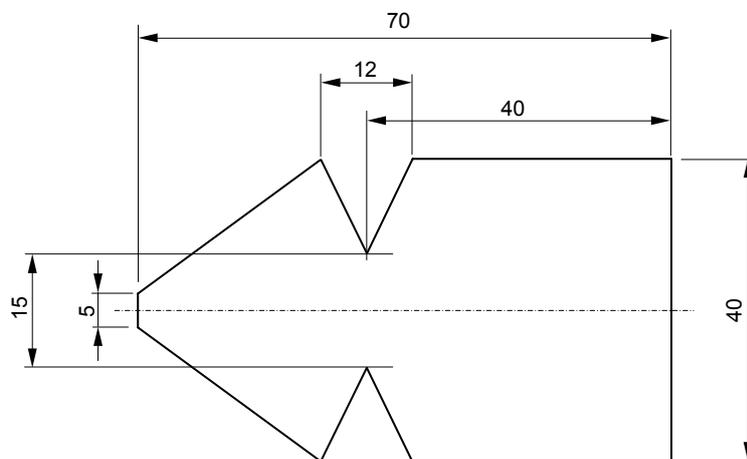
CEI 679/07

Dimensions en millimètres

Composants

- Et électrode supérieure
- Eb électrode inférieure
- MS support d'éprouvette
- S éprouvette

Figure 8 – Support d'éprouvette



CEI 680/07

Dimensions en millimètres

Figure 9 – Papier filtre (huit feuilles nécessaires pour chaque électrode supérieure)

5.2 Méthode 1: essai de résistance au cheminement à tension constante

Lorsque le contaminant s'écoule uniformément avec le débit spécifié, conformément au Tableau 1, enclencher et élever la tension jusqu'à une des tensions d'essai préférentielles de 2,5 kV, 3,5 kV ou 4,5 kV, qu'il convient d'atteindre en 10 s au maximum, et mettre en marche le dispositif de mesure du temps. La tension doit être maintenue constante pendant 6 h.

Si l'essai doit être répété à une tension plus haute ou plus basse, une nouvelle série de cinq éprouvettes doit être soumise à essai pour chaque tension préférentielle choisie.

La résistance au cheminement à tension constante est caractérisée par la tension la plus élevée qui a été tenue sans défaut par l'ensemble des cinq éprouvettes pendant 6 h (voir en 5.4).

Le classement des matériaux est le suivant:

Classe 1A 0 ou 1B 0

si un défaut selon le critère A ou B en 5.4 intervient à 2,5 kV en moins de 6 h sur une ou plusieurs éprouvettes.

Classe 1A 2,5 ou 1B 2,5

si l'ensemble des cinq éprouvettes supporte 2,5 kV pendant 6 h et si un défaut intervient à 3,5 kV en moins de 6 h sur une ou plusieurs éprouvettes.

Classe 1A 3,5 ou 1B 3,5

si l'ensemble des cinq éprouvettes supporte 3,5 kV pendant 6 h et si un défaut intervient à 4,5 kV en moins de 6 h sur une ou plusieurs éprouvettes.

Classe 1A 4,5 ou 1B 4,5

si l'ensemble des cinq éprouvettes supporte 4,5 kV pendant 6 h.

Dans chaque cas, la profondeur maximale d'érosion doit être notée dans le rapport.

5.3 Méthode 2: essai de résistance au cheminement par paliers de tension

Choisir une tension initiale, multiple de 250 V, telle qu'un défaut selon le critère A en 5.4 (courant dépassant 60 mA) se produise au plus tôt lors du troisième échelon (il peut être nécessaire d'effectuer un essai préliminaire). Tout en faisant s'écouler le contaminant uniformément au débit spécifié, enclencher et élever la tension à la valeur choisie. Maintenir cette tension pendant 1 h, puis l'augmenter par palier de 250 V toutes les heures, jusqu'à ce qu'un défaut selon le critère A soit enregistré. À mesure que la tension est augmentée, augmenter le débit du contaminant et la valeur de la résistance série, conformément aux indications du Tableau 1.

La résistance au cheminement par paliers de tension est caractérisée par la tension la plus élevée qui a été tenue sans défaut par l'ensemble des cinq éprouvettes pendant 1 h.

Le classement des matériaux est le suivant:

La classe 2A x ou 2B x, où x est la tension la plus élevée, en kilovolts, tenue par le matériau soumis à essai.

NOTE 1 La présence effective de scintillation est une condition nécessaire. Si elle n'est pas obtenue, il convient de vérifier soigneusement le circuit électrique, les caractéristiques d'écoulement du contaminant et sa résistivité.

La présence de scintillation signifie qu'il existe de petits arcs de couleur allant du jaune au blanc (occasionnellement bleus, avec certains matériaux) qui apparaissent juste au-dessus des dents de l'électrode inférieure, quelques minutes après l'application de la tension. Il convient que ces décharges se produisent essentiellement de façon continue, bien qu'elles puissent sauter d'une dent à une autre. Ces décharges brûlent la surface de l'éprouvette et peuvent finalement mener au claquage par cheminement. Il est peu probable que les décharges qui se déplacent rapidement à la surface située entre les deux électrodes produisent un cheminement.

La condition d'une scintillation effective peut également être observée avec un oscilloscope cathodique. Le signal peut être pris aux bornes d'une résistance (par exemple 330 Ω , 2 W) placée en série avec le dispositif de protection contre les surintensités. La scintillation proprement dite est observée comme une rupture continue, mais non uniforme, du courant à fréquence industrielle pendant chaque demi-période.

NOTE 2 Il convient que le dispositif de protection contre les surintensités fonctionne avant que le cheminement n'atteigne l'électrode supérieure lorsqu'un courant de 60 mA circule dans la trace de cheminement et dans la portion de l'électrolyte demeurée sur la surface.

NOTE 3 La profondeur d'érosion est mesurée après avoir gratté ou retiré de toute autre façon l'isolation décomposée et les débris, en prenant soin de ne retirer aucune partie non endommagée du matériau soumis à essai.

5.4 Critères du point limite

Deux critères sont utilisés pour déterminer le point limite de l'essai:

Critère A:

Le point limite est atteint lorsque la valeur du courant dans le circuit à haute tension traversant l'éprouvette dépasse 60 mA (un dispositif de protection contre les surintensités ne coupe pas un tel courant avant 2 s, dans la limite de 4 s) ou lorsqu'une éprouvette est percée en raison d'une érosion intensive ou encore lorsque l'éprouvette s'enflamme.

NOTE 1 Le point limite à 60 mA permet d'utiliser un appareil automatique pour soumettre à essai plusieurs éprouvettes simultanément.

NOTE 2 Le défaut d'inflammabilité se produit pour certains matériaux qui s'enflamment pendant l'essai.

Critère B:

Le point limite est atteint lorsque la trace de cheminement atteint un repère sur la surface de l'éprouvette, situé à 25 mm de l'électrode inférieure (voir les Figures 1 et 7) ou lorsque l'éprouvette est percée en raison de l'érosion ou encore lorsqu'elle s'enflamme.

NOTE 3 Ce critère déterminant le point limite (critère B) nécessite un contrôle visuel constant et un contrôle manuel.

NOTE 4 Le critère A sans inflammation est le critère préférentiel.

6 Rapport d'essai

Le rapport doit comporter

- a) le type et la désignation du matériau soumis à essai;
- b) les détails relatifs aux éprouvettes: fabrication et dimensions, méthode de nettoyage et solvant utilisé, traitement de la surface s'il y a lieu, préconditionnement. L'épaisseur doit être notée;
- c) l'orientation de l'éprouvette composite (par exemple en plastique renforcé par des fibres) par rapport aux électrodes (c'est-à-dire sens de fabrication, sens perpendiculaire au sens de fabrication, biais, etc.);
- d) la méthode d'application de la tension et le critère de fin d'essai utilisé. Le classement selon 5.2;
- e) la profondeur d'érosion maximale doit être mentionnée dans la classification. Par exemple, une profondeur d'érosion maximale de 0,5 mm comme 1 A 3,5 – 0,5.

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel: + 41 22 919 02 11
Fax: + 41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch