NORME INTERNATIONALE
INTERNATIONAL STANDARD

CEI
IEC
507

Deuxième édition
Second edition
1991–04

Essais sous pollution artificielle des isolateurs pour haute tension destinés aux réseaux à courant alternatif

Artificial pollution tests on high-voltage insulators to be used on a.c. systems

Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 507: 1991

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

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 auprès du Bureau Central de la CEI.

Les renseignements relatifs à ces révisions, à l'établissement des éditions révisées et aux amendements peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et dans les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
  Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
  Publié annuellement et mis à jour régulièrement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 50: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI), qui se présente sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande. Voir également le dictionnaire multilingue de la CEI.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit tirés du VEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Symboles graphiques et littéraux

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

- la CEI 27: *Symboles littéraux à utiliser en électro-technique;*
- la CEI 417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles;*
- la CEI 617: *Symboles graphiques pour schémas;*

et pour les appareils électromédicaux,

- la CEI 878: *Symboles graphiques pour équipements électriques en pratique médicale.*

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit tirés de la CEI 27, de la CEI 417, de la CEI 617 et/ou de la CEI 878, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Publications de la CEI établies par le même comité d'études

L'attention du lecteur est attirée sur les listes figurant à la fin de cette publication, qui énumèrent les publications de la CEI préparées par le comité d'études qui a établi la présente publication.

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 from the IEC Central Office.

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

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
  Published yearly
- **Catalogue of IEC publications**
  Published yearly with regular updates

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC 50: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field. Full details of the IEV will be supplied on request. See also the IEC Multilingual Dictionary.

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

Graphical and letter symbols

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

- IEC 27: *Letter symbols to be used in electrical technology;*
- IEC 417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets;*
- IEC 617: *Graphical symbols for diagrams;*

and for medical electrical equipment,

- IEC 878: *Graphical symbols for electromedical equipment in medical practice.*

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC 27, IEC 417, IEC 617 and/or IEC 878, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

IEC publications prepared by the same technical committee

The attention of readers is drawn to the end pages of this publication which list the IEC publications issued by the technical committee which has prepared the present publication.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

NORME INTERNATIONALE
INTERNATIONAL STANDARD

CEI
IEC
507

Deuxième édition
Second edition
1991-04

Essais sous pollution artificielle des isolateurs pour haute tension destinés aux réseaux à courant alternatif

Artificial pollution tests on high-voltage insulators to be used on a.c. systems

© CEI 1991 Droits de reproduction réservés — Copyright – all rights reserved

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

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

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembé Genève, Suisse

Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE U

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

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS

Not for Resale

SOMMAIRE

Pages

AVANT-PROPOS 4

Articles

SECTION UN - GÉNÉRALITÉS

1 Domaine d'application 6
2 Objet 6
3 Définitions 6

SECTION DEUX - PRESCRIPTIONS GÉNÉRALES POUR LES ESSAIS

4 Méthodes d'essai 10
5 Préparation de l'isolateur pour l'essai 10
6 Prescriptions concernant l'installation d'essai 12

SECTION TROIS - MÉTHODE DU BROUILLARD SALIN

7 Solution saline 14
8 Système de pulvérisation 18
9 Conditions avant de commencer l'essai 20
10 Préconditionnement 20
11 Essai de tenue 22
12 Sanction de l'essai de tenue 22

SECTION QUATRE - METHODES DE LA COUCHE SOLIDE

13 Composition de la suspension contaminante 22
14 Principales caractéristiques des matériaux inertes 26
15 Application de la couche de pollution 28
16 Détermination du degré de pollution de l'isolateur en essai 28
17 Prescriptions générales concernant l'humidification de la couche de pollution 30
18 Procédures d'essai 32
19 Essai de tenue et sanction de l'essai (commune aux deux procédures A et B) 34

FIGURES 36

ANNEXE A – Informations supplémentaires d'évaluation des conditions requises pour l'installation d'essai 40

ANNEXE B – Détermination des caractéristiques de tenue des isolateurs 42

ANNEXE C – Mesure de la conductivité pour contrôler l'uniformité de la couche 48

ANNEXE D – Recommandations supplémentaires sur les procédures des méthodes de la couche solide 52

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

CONTENTS

Page

FOREWORD 5

Clause

SECTION ONE - GENERAL

1 Scope 7
2 Object 7
3 Definitions 7

SECTION TWO - GENERAL TEST REQUIREMENTS

4 Test methods 11
5 Arrangement of insulator for test 11
6 Requirements for the testing plant 13

SECTION THREE - SALT FOG METHOD

7 Salt solution 15
8 Spraying system 19
9 Conditions before starting the test 21
10 Preconditioning process 21
11 Withstand test 23
12 Acceptance criterion for the withstand test 23

SECTION FOUR - SOLID LAYER METHODS

13 Composition of the contaminating suspension 23
14 Main characteristics of inert materials 27
15 Application of the pollution layer 29
16 Determination of the degree of pollution of the tested insulator 29
17 General requirements for the wetting of the pollution layer 31
18 Test procedures 33
19 Withstand test and acceptance criterion (common to both Procedures A and B) 35

FIGURES 36

APPENDIX A - Supplementary information on the assessment of the requirement for the testing plant 41

APPENDIX B - Determination of the withstand characteristics of insulators 43

APPENDIX C - Measurement of layer conductivity for checking the uniformity of the layer 49

APPENDIX D - Additional recommendations concerning the solid layer method procedures 53

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ESSAIS SOUS POLLUTION ARTIFICIELLE DES ISOLATEURS POUR HAUTE TENSION DESTINÉS AUX RÉSEAUX À COURANT ALTERNATIF

AVANT-PROPOS

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 voeu 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.

La présente norme a été établie par le Comité d'Etudes n° 36 de la CEI: Isolateurs.

Cette deuxième édition de la CEI 507 remplace la première édition, parue en 1975 qui avait le statut de rapport technique.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote
36(BC)72	36(BC)75

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

Les publications suivantes de la CEI sont citées dans la présente norme:

Publications n°s 60-1 (1989): Techniques des essais à haute tension. Première partie: Définitions et prescriptions générales relatives aux essais.

60-2 (1973): Deuxième partie: Modalités d'essais.

71-1 (1976): Coordination de l'isolement. Première partie: Termes, définitions, principes et règles.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ARTIFICIAL POLLUTION TESTS ON HIGH-VOLTAGE INSULATORS TO BE USED ON A.C. SYSTEMS

FOREWORD

1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.

2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.

3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

This standard has been prepared by IEC Technical Committee No. 36: Insulators.

This second edition of IEC 507 replaces the first edition issued in 1975 which had the status of a technical report.

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

Six Months' Rule	Report on Voting
36(CO)72	36(CO)75

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

The following IEC publications are quoted in this standard:

Publications Nos. 60-1 (1989): High-voltage test techniques. Part 1: General definitions and test requirements.

60-2 (1973): Part 2: Test procedures.

71-1 (1976): Insulation co-ordination. Part 1: Terms, definitions, principles and rules.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

ESSAIS SOUS POLLUTION ARTIFICIELLE DES ISOLATEURS POUR HAUTE TENSION DESTINÉS AUX RÉSEAUX À COURANT ALTERNATIF

SECTION UN - GÉNÉRALITÉS

1 Domaine d'application

La présente norme est applicable à la détermination des caractéristiques de tenue à fréquence industrielle des isolateurs en céramique ou en verre utilisés à l'extérieur et exposés à des atmosphères polluées, sur des réseaux à courant alternatif, dont la gamme de tension la plus élevée du réseau est comprise entre 1 000 V et 765 kV.

Ces essais ne sont pas directement applicables aux isolateurs graissés et aux types particuliers d'isolateurs (revêtus d'un émail conducteur ou couverts d'un matériau organique isolant quelconque).

2 Objet

L'objet de cette norme est de prescrire les modalités d'essais sous pollution artificielle applicables aux isolateurs pour lignes aériennes, pour postes et pour lignes de traction électrique, ainsi qu'aux traversées.

3 Définitions

Pour les besoins de la présente norme, les définitions ci-dessous sont applicables.

3.1 *Tension d'essai*

Valeur efficace de la tension appliquée à l'isolateur en permanence pendant toute la durée de l'essai.

3.2 *Courant de court-circuit (I_{cc}) de l'installation d'essai*

Valeur efficace du courant délivré par l'installation d'essai, lorsque l'objet en essai est court-circuité à la tension d'essai.

3.3 *Ligne de fuite spécifique (L_s) d'un isolateur*

Longueur totale de la ligne de fuite L d'un isolateur divisée par le produit de la tension d'essai et $\sqrt{3}$, généralement exprimée en mm/kV.

3.4 *Facteur de forme d'un isolateur (F)*

Le facteur de forme est déterminé par les dimensions de l'isolateur. Pour l'estimation graphique du facteur de forme, on trace la courbe de l'inverse de la circonférence ($1/p$) en fonction de la longueur de la ligne de fuite partielle l calculée depuis une extrémité de l'isolateur jusqu'au point considéré.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

ARTIFICIAL POLLUTION TESTS ON HIGH-VOLTAGE INSULATORS TO BE USED ON A.C. SYSTEMS

SECTION ONE - GENERAL

1 Scope

This standard is applicable for the determination of the power frequency withstand characteristics of ceramic and glass insulators to be used outdoors and exposed to polluted atmospheres, on a.c. systems with the highest voltage of the system ranging from 1 000 V up to 765 kV.

These tests are not directly applicable to greased insulators or to special types of insulators (insulators with conductive glaze or covered with any organic insulating material).

2 Object

The object of this standard is to prescribe procedures for artificial pollution tests applicable to insulators for overhead lines, substations and traction lines, and to bushings.

3 Definitions

For the purpose of this standard, the following definitions apply.

3.1 *Test voltage*

The r.m.s. value of the voltage with which the insulator is continuously energized throughout the test.

3.2 *Short-circuit current (I_{sc}) of the testing plant*

The r.m.s. value of the current delivered by the testing plant when the test object is short-circuited at the test voltage.

3.3 *Specific creepage distance (L_s) of an insulator*

The overall creepage distance L of an insulator divided by the product of the test voltage and $\sqrt{3}$; it is generally expressed in mm/kV.

3.4 *Form factor of an insulator (F)*

The form factor is determined from the insulator dimensions. For graphical estimation of the form factor, the reciprocal value of the insulator circumference (l/p) is plotted versus the partial creepage distance l counted from the end of the insulator up to the point reckoned.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Le facteur de forme est donné par l'aire située sous la courbe et calculée suivant la formule:

$$F = \int_0^L \frac{dl}{p(l)}$$

3.5 *Salinité (S_a)*

Concentration de la solution de sel dans l'eau du robinet correspondant à la masse de sel divisée par le volume de la solution, généralement exprimée en kg/m³.

3.6 *Couche de pollution*

Couche conductrice électrolytique mise sur la surface de l'isolateur contenant du sel et des matériaux inertes.

La conductance de la couche de pollution sur l'isolateur est mesurée selon 16.1.

3.7 *Conductivité de la couche (K)*

Conductance de la couche de pollution multipliée par le facteur de forme est généralement exprimée en μS.

3.8 *Densité du dépôt de sel (DDS)*

Masse de sel déposé sur une surface donnée de l'isolateur (les parties métalliques et le scellement ne sont pas comptés dans cette surface), divisée par cette surface (voir 16.2) et généralement exprimée en mg/cm².

3.9 *Degré de pollution*

Valeur de la quantité (salinité, conductivité de la couche, densité du dépôt de sel) qui caractérise la pollution artificielle appliquée sur l'isolateur en essai.

3.10 *Salinité de référence*

Valeur de la salinité utilisée pour un essai.

3.11 *Conductivité de la couche de référence*

Valeur de la conductivité de la couche utilisée pour l'essai: elle est définie comme étant la valeur maximale de la conductivité de la couche humidifiée d'un isolateur mis sous tension seulement lorsque l'on mesure la conductance.

3.12 *Densité du dépôt de sel de référence*

Valeur de la densité du dépôt de sel utilisée pour l'essai: c'est la moyenne des valeurs des densités du dépôt de sel mesurées sur quelques isolateurs (ou certaines parties de ceux-ci), choisis à cet effet parmi les isolateurs pollués avant de réaliser l'essai.

3.13 *Degré de pollution spécifié tenu*

Degré de pollution de référence pour lequel un isolateur doit tenir la tension d'essai spécifiée dans au moins trois essais sur quatre, dans les conditions décrites aux articles 11 ou 19.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

The form factor is given by the area under this curve and calculated according to the formula:

$$F = \int_0^L \frac{dl}{p(l)}$$

3.5 *Salinity (S_a)*

The concentration of the solution of salt in tap water, expressed by the amount of salt divided by the volume of solution; it is generally expressed in kg/m³.

3.6 *Pollution layer*

A conducting electrolytic layer on the insulator surface, composed of salt plus inert materials.

The conductance of the pollution layer on the insulator is measured in accordance with 16.1.

3.7 *Layer conductivity (K)*

The conductance of the pollution layer multiplied by the form factor; it is generally expressed in μS.

3.8 *Salt deposit density (SDD)*

The amount of salt in the deposit on a given surface of the insulator (metal parts and assembling materials are not to be included in this surface), divided by the area of this surface (see 16.2); it is generally expressed in mg/cm².

3.9 *Degree of pollution*

The value of the quantity (salinity, layer conductivity, salt deposit density) which characterizes the artificial pollution applied to the tested insulator.

3.10 *Reference salinity*

The value of the salinity used to characterize a test.

3.11 *Reference layer conductivity*

The value of the layer conductivity used to characterize a test: it is defined as the maximum value of the conductivity of the wetted layer of an insulator energized only for performing the conductance measurements.

3.12 *Reference salt deposit density*

The value of the salt deposit density used to characterize a test: It is defined as the average of the salt deposit density values measured on a few insulators (or on parts of them), which are chosen for this purpose from among the contaminated ones prior to their submission to any test.

3.13 *Specified withstand degree of pollution*

The reference degree of pollution at which an insulator shall withstand the specified test voltage in at least three tests out of four, under the conditions described in the relevant clauses 11 or 19.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

3.14 *Degré de pollution maximal tenu*

Degré de pollution le plus élevé pour lequel on obtient au moins trois essais de tenue sur quatre à la tension d'essai spécifiée, dans les conditions décrites aux articles 11 ou 19.

3.15 *Tension spécifiée tenue*

Tension d'essai pour laquelle un isolateur tient le degré de pollution spécifié dans au moins trois essais sur quatre, dans les conditions décrites aux articles 11 ou 19.

3.16 *Tension maximale tenue*

Tension la plus élevée pour laquelle on obtient au moins trois essais de tenue sur quatre pour un degré de pollution spécifié, dans les conditions décrites aux articles 11 ou 19.

SECTION DEUX - PRESCRIPTIONS GÉNÉRALES POUR LES ESSAIS

4 Méthodes d'essai

Les deux catégories suivantes de méthodes d'essai de pollution sont recommandées pour les essais normalisés:

– la méthode du brouillard salin (section trois) dans laquelle l'isolateur est soumis à une pollution ambiante définie;

– la méthode de la couche solide (section quatre) dans laquelle une couche de pollution solide définie, suffisamment uniforme, est déposée sur toute la surface de l'isolateur.

NOTE - Dans ces méthodes d'essai, la tension est tenue constante pendant au moins plusieurs minutes. Les variantes qui prévoient une augmentation de la tension de façon continue jusqu'au contournement ne sont pas normalisées mais peuvent être utilisées dans des cas spéciaux.

5 Préparation de l'isolateur pour l'essai

5.1 *Disposition*

L'isolateur doit être placé dans la chambre d'essai, complet avec les accessoires métalliques qui lui sont associés de façon immuable. La position verticale est en général suggérée pour comparer différents types d'isolateurs. Des essais dans d'autres positions (inclinée, horizontale) reproduisant des conditions réelles de service peuvent être effectués après accord entre le fabricant et l'acheteur. S'il y a des raisons particulières pour ne pas essayer les isolateurs en position verticale (par exemple: traversées murales et isolation longitudinale de disjoncteurs), on ne prendra en considération que la position de service.

La distance minimale d'isolement entre tout point de l'isolateur et tout objet relié à la terre, mises à part la structure qui supporte l'isolateur et, le cas échéant, les rampes des pulvérisateurs, ne doit pas être inférieure à 0,5 m par 100 kV de tension d'essai et, en tout cas, jamais inférieure à 1,5 m.

Les configurations de la structure support et les parties métalliques sous tension doivent, au moins dans leur distance minimale de l'isolateur, reproduire celles qui sont prévues en service. La disposition des pulvérisateurs et leur conception sont décrites dans l'article 8.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

3.14 *Maximum withstand degree of pollution*

The highest degree of pollution at which at least three withstand tests out of four can be obtained at the specified test voltage, under the conditions described in the relevant clauses 11 or 19.

3.15 *Specified withstand voltage*

The test voltage at which an insulator shall withstand the specified degree of pollution in at least three tests out of four, under the conditions described in the relevant clauses 11 or 19.

3.16 *Maximum withstand voltage*

The highest test voltage at which at least three withstand tests out of four can be obtained at the specified degree of pollution, under the conditions described in the relevant clauses 11 or 19.

SECTION TWO - GENERAL TEST REQUIREMENTS

4 Test methods

The two following categories of pollution test methods are recommended for standard tests:

- the salt fog method (section three) in which the insulator is subjected to a defined ambient pollution;
- the solid layer method (section four) in which a fairly uniform layer of a defined solid pollution is deposited on the insulator surface.

NOTE - In these test methods the voltage is held constant for a period of at least several minutes. Variants in which the voltage is raised continuously to flashover are not standardized but may be used for special purposes.

5 Arrangement of insulator for test

5.1 *Test configuration*

The insulator shall be erected in the test chamber, complete with the metal fittings which are invariably associated with it. The vertical position is in general suggested for comparison of different insulator types. Tests in other positions (inclined, horizontal) duplicating actual service conditions may be carried out when agreed between the manufacturer and the purchaser. When there are special reasons not to test insulators in the vertical position (e.g. wall bushings and circuit-breaker longitudinal insulation), only the service position shall be considered.

The minimum clearances between any part of the insulator and any earthed object other than the structure which supports the insulator and the columns of the nozzles, when used, shall be not less than 0,5 m per 100 kV of the test voltage and in any case not less than 1,5 m.

The configurations of the supporting structure and the energized metal parts, at least within their minimum clearance from the insulator, shall reproduce those expected in service. The arrangement of the nozzles and their construction are described in clause 8.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

En ce qui concerne l'influence des effets capacitifs sur les résultats des essais, l'expérience acquise permet d'émettre les remarques suivantes:

– les accessoires ne sont pas considérés comme affectant notablement les résultats, tout au moins pour les tensions d'essai inférieures à 450 kV;

– les capacités internes élevées peuvent avoir une influence sur le comportement externe en surface, particulièrement dans les essais avec les méthodes de couche solide.

5.2 *Nettoyage de l'isolateur*

L'isolateur doit être nettoyé très soigneusement pour supprimer toute trace d'impureté et de graisse. Après nettoyage, les parties isolantes de l'isolateur ne doivent pas être touchées avec les mains.

NOTE - Les parties métalliques et le scellement devront, si nécessaire, être peints avec une peinture résistant à l'eau salée pour être certain qu'aucun produit corrosif ne se dépose, au cours de l'essai, sur les surfaces isolantes.

Il est préférable d'utiliser de l'eau chaude à 50 °C additionnée de phosphate trisodique ou d'un autre détergent, après quoi, l'isolateur est rincé minutieusement à l'eau du robinet. On estime que la surface de l'isolateur est suffisamment propre et nette de toute graisse si de grandes surfaces entièrement mouillées sont visibles.

Entre chaque essai de pollution, l'isolateur doit encore être soigneusement lavé, exclusivement à l'eau du robinet pour enlever toute trace de pollution.

6 Prescriptions concernant l'installation d'essai

6.1 *Tension d'essai*

La fréquence de la tension d'essai doit être comprise entre 48 Hz et 62 Hz.

La tension d'essai correspond en général à la tension maximale (valeur phase-terre) que l'isolateur doit tenir dans les conditions normales d'exploitation. Pour le matériel, la tension d'essai est égale à $U_m/\sqrt{3}$, U_m étant la tension la plus élevée pour le matériel (voir la CEI 71-1). Cette valeur est plus élevée pour les essais d'isolateurs dans des configurations entre phases ou pour des réseaux au neutre isolé.

6.2 *Courant de court-circuit minimal*

Pour les essais sous pollution artificielle, l'installation d'essai doit avoir un courant de court-circuit (I_{cc}) plus élevé que pour les autres types d'essais d'isolateurs. Cela signifie que I_{cc} doit avoir une valeur minimale qui varie en fonction des conditions d'essais. Il existe également des prescriptions pour d'autres paramètres concernant l'installation d'essai.

La figure 1 donne la valeur minimale de I_{cc} ($I_{cc\ min}$) en fonction de la contrainte électrique de surface de l'isolateur en essai, exprimée en termes de lignes de fuite spécifique L_s.

Outre la prescription ci-dessus sur la valeur de $I_{cc\ min}$, l'installation d'essai doit satisfaire aux deux conditions suivantes:

– rapport résistance/réactance (R/X) égal ou supérieur à 0,1;

– rapport courant capacitif/courant de court-circuit (I_c/I_{cc}) compris dans l'intervalle 0,001-0,1.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

As regards the influence of capacitive effects on the test results, the following considerations can be drawn from the available experience:

- fittings are deemed not to affect the results significantly, at least for test voltages up to 450 kV;
- internal high capacitance can have some effect on the external surface behaviour, particularly in tests with solid layer methods.

5.2 *Cleaning of insulator*

The insulator shall be carefully cleaned so that all traces of dirt and grease are removed. After cleaning, the insulating parts of the insulator shall not be touched by hand.

NOTE - If necessary, the metal parts and the assembling materials should be painted with a salt water resistant paint to ensure that no corrosion products wash down onto the insulating surface during the test.

Water, preferably heated to about 50 °C, with the addition of trisodium phosphate or another detergent, shall be used, after which the insulator is to be thoroughly rinsed with tap water. The surface of the insulator is deemed to be sufficiently clean and free from any grease if large continuous wet areas are observed.

Before every subsequent contamination the insulator shall be again thoroughly washed with tap water only, to remove all traces of pollution.

6 Requirements for the testing plant

6.1 *Test voltage*

The frequency of the test voltage shall be between 48 Hz and 62 Hz.

In general the test voltage coincides with the highest voltage (phase to earth value) the insulator is required to withstand under normal operating conditions. For equipment, it is equal to $U_m/\sqrt{3}$, U_m being the highest voltage for equipment (see IEC 71-1). It is higher than this value when testing insulators for phase to phase configurations or for isolated neutral systems.

6.2 *Minimum short-circuit current*

In the artificial pollution tests, the testing plant needs a short-circuit current (I_{sc}) higher than in other types of insulator tests. This means that I_{sc} must have a minimum value which varies with the test conditions; moreover there are also requirements on other parameters of the testing plant.

The minimum value of I_{sc} ($I_{sc\ min}$) is given in figure 1 as a function of the electrical surface stress of the insulator under test, expressed in terms of its specific creepage distance L_s.

Besides the above requirement of $I_{sc\ min}$ value, the testing plant shall comply with the two following conditions:

- resistance/reactance ratio (R/X) equal to or higher than 0,1;
- capacitive current/short-circuit current ratio(I_c/I_{sc}) within the range 0,001 - 0,1.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

On donne en annexe A des informations supplémentaires sur les critères adoptés pour l'évaluation des prescriptions énoncées ci-dessus.

Dans le cas où la valeur de I_{cc} de l'installation d'essai, bien que supérieure à 6 A, ne satisfait pas aux limites données dans la figure 1, on peut encore, soit vérifier une caractéristique de tenue spécifiée d'un isolateur pollué (voir articles 11 et 18), soit déterminer sa caractéristique de tenue maximale (voir annexe B), à condition que la validité de la source soit directement établie en effectuant le contrôle suivant.

Dans chaque essai individuel concernant cette investigation, on enregistre le courant de fuite et l'on détermine la valeur maximale ($I_{h\ max}$) de l'amplitude de l'impulsion la plus élevée pour les trois essais tenus dans les conditions de tenue.

La valeur $I_{h\ max}$ doit être conforme à l'expression ci-dessous:

$$I_{cc}/I_{h\ max} \geq 11$$

I_{cc} étant exprimée en valeur efficace et $I_{h\ max}$ en valeur crête.

L'annexe A donne des détails supplémentaires.

Puisque les courants de fuite peuvent servir à interpréter les résultats, il est recommandé d'utiliser des dispositifs appropriés pour l'enregistrement de ces courants pendant les essais sous pollution artificielle.

SECTION TROIS - METHODE DU BROUILLARD SALIN

7 Solution saline

La solution saline doit être faite de chlorure de sodium (NaCl) de pureté commerciale avec de l'eau du robinet.

NOTE - L'eau du robinet à forte dureté, c'est-à-dire avec une teneur en $CaCO_3$ équivalente supérieure à 350 g/m³ peut provoquer des dépôts calcaires sur la surface de l'isolateur. Il est alors conseillé d'utiliser de l'eau désionisée pour la préparation de la solution saline.
La dureté de l'eau du robinet est mesurée en termes de teneur en $CaCO_3$ équivalent*.

La salinité employée doit avoir l'une des valeurs suivantes: 2,5 - 3,5 - 5 - 7 - 10 - 14 - 20 - 28 - 40 - 56 - 80 - 112 - 160 et 224 kg/m³.

La tolérance prescrite pour la salinité est de ±5 % de la valeur spécifiée.

Il est recommandé de déterminer la salinité soit en mesurant la masse volumique, soit en mesurant la conductivité, et en faisant une correction de température.

Le tableau 1 donne la correspondance entre les valeurs de la salinité, de la conductivité volumique et de la masse volumique de la solution à une température de 20 °C.

---

* Conformément au *Dictionnaire Condensé de Chimie,* révisé par Gessner G. Hawley - Encyclopédie de Chimie; Van Nostrand Reinhold Company, New York (USA), 1971.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

More information on the criteria followed to assess the above requirements is given in appendix A.

When the value of I_{sc} of the testing plant, although higher than 6 A, does not comply with the limits given in figure 1, the verification of a specified withstand characteristic of a polluted insulator (see clauses 11 and 18) or the determination of its maximum withstand characteristic (see appendix B) can still be performed, provided that the source validity is directly ascertained by the following check.

In each individual test of this investigation, the highest leakage current pulse amplitude is recorded and its maximum value ($I_{h\ max}$) determined considering the three tests resulting in withstand, in the withstand conditions.

The $I_{h\ max}$ value shall comply with the expression below:

$$I_{sc}/I_{h\ max} \geq 11$$

I_{sc} being given in r.m.s. and $I_{h\ max}$ in peak value.

More details are given in appendix A.

Since the leakage currents can be used for the interpretation of the results, it is recommended that suitable devices be arranged in order to record these currents during artificial pollution tests.

SECTION THREE - SALT FOG METHOD

7 Salt solution

The salt solution shall be made of sodium chloride (NaCl) of commercial purity and tap water.

NOTE - Tap water with high hardness, for example with a content of equivalent $CaCO_3$ greater than 350 g/m³, can cause limestone deposits on the insulator surface. In this case the use of deionized water for preparation of the salt solution is recommended.
Hardness of tap water is measured in terms of content of equivalent $CaCO_3$*.

The salinity used shall have one of the following values: 2,5 - 3,5 - 5 - 7 - 10 - 14 - 20 - 28 - 40 - 56 - 80 - 112 - 160 and 224 kg/m³.

The prescribed tolerance error in salinity is ±5 % of the specified value.

It is recommended that the salinity be determined either by measuring the conductivity or by measuring the density with a correction of temperature.

Table 1 gives the correspondence between the value of salinity, volume conductivity and density of the solution at a temperature of 20 °C.

---

* In accordance with the *Condensed Chemical Dictionary,* revised by G. Hawley - Encyclopedia of Chemistry; Van Nostrand Reinhold Company, New York (USA), 1971.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Lorsque la température de la solution n'est pas de 20 °C, les valeurs de la conductivité volumique et de la densité doivent être corrigées.

La température de la solution saline doit être comprise entre 5 °C et 30 °C. Aucune expérience ne permet en effet de valider des essais effectués à des températures situées en dehors de cette gamme de température.

Tableau 1 – Méthode du brouillard salin: correspondance entre les valeurs de la salinité, de la conductivité volumique et de la masse volumique de la solution à une température de 20 °C

Salinité S_a kg/m³	Conductivité volumique σ_{20} S/m	Densité Δ_{20} kg/m³
2,5	0,43	–
3,5	0,60	–
5	0,83	–
7	1,15	–
10	1,6	–
14	2,2	–
20	3,0	–
28	4,1	1 018,0
40	5,6	1 025,9
56	7,6	1 037,3
80	10	1 052,7
112	13	1 074,6
160	17	1 104,5
224	20	1 140,0

La correction de la conductivité est effectuée en utilisant la formule suivante:

$$\sigma_{20} = \sigma_\theta [1 - b (\theta - 20)]$$

où:

θ est la température de la solution (°C)

σ_θ est la conductivité volumique à la température de θ °C (S/m)

σ_{20} est la conductivité volumique à la température de 20 °C (S/m)

b est le facteur dépendant de la température θ, selon la correspondance ci-dessous:

θ (°C)	*b*
5	0,03156
10	0,02817
20	0,02277
30	0,0190

NOTE - Pour d'autres valeurs de la température θ, comprises entre 5 °C et 30 °C, le facteur *b* est obtenu par interpolation.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

When the solution temperature is not at 20 °C, conductivity and density values shall be corrected.

The temperature of the salt solution shall be between 5 °C and 30 °C, since no experience is available to validate tests performed outside this range of solution temperature.

Table 1 – Salt-fog method: correspondence between the value of salinity, volume conductivity and density of the solution at a temperature of 20 °C

Salinity S_a kg/m³	Volume conductivity σ_{20} S/m	Density Δ_{20} kg/m³
2,5	0,43	–
3,5	0,60	–
5	0,83	–
7	1,15	–
10	1,6	–
14	2,2	–
20	3,0	–
28	4,1	1 018,0
40	5,6	1 025,9
56	7,6	1 037,3
80	10	1 052,7
112	13	1 074,6
160	17	1 104,5
224	20	1 140,0

The conductivity correction shall be made using the following formula:

$$\sigma_{20} = \sigma_\theta [1 - b (\theta - 20)]$$

where:

θ is the solution temperature (°C)

σ_θ is the volume conductivity at a temperature of θ °C (S/m)

σ_{20} is the volume conductivity at a temperature of 20 °C (S/m)

b is the factor depending on temperature θ, as given below:

θ(°C)	*b*
5	0,03156
10	0,02817
20	0,02277
30	0,01905

NOTE - For other values of temperature θ, within the range 5 °C - 30 °C, the factor b is obtained by interpolation.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

La correction de la masse volumique est effectuée à partir de la formule suivante:

$$\Delta_{20} = \Delta_{\theta} [1 + (200 + 1{,}3\ S_a)\ (\theta - 20) \times 10^{-6}]$$

où:

θ est la température de la solution (°C)

Δ_{θ} est la masse volumique à la température de θ °C (kg/m³)

Δ_{20} est la masse volumique à la température de 20 °C (kg/m³)

S_a est la salinité (kg/m³)

Cette formule de correction n'est valable que pour des salinités supérieures à 20 kg/m³.

8 Système de pulvérisation

Le brouillard est produit dans la chambre d'essai à l'aide d'un nombre spécifié de pulvérisateurs qui atomisent la solution grâce à un courant d'air comprimé qui souffle perpendiculairement à l'ajutage de solution. Les ajutages sont constitués de tubes résistant à la corrosion, le diamètre intérieur de l'ajutage d'air est de 1,2 mm ± 0,02 mm et le diamètre intérieur de l'ajutage de solution est de 2,0 mm ± 0,02 mm. Les deux ajutages ont un diamètre extérieur de 3,0 mm ± 0,05 mm et les extrémités des ajutages sont coupées perpendiculairement à l'axe et bien polies.

L'extrémité de l'ajutage de solution est située sur l'axe de l'ajutage d'air avec une tolérance de ±0,05 mm. La distance entre l'extrémité de l'ajutage d'air comprimé et la ligne centrale de l'ajutage de solution doit être de 3,0 mm ± 0,05 mm. Les axes des ajutages doivent être sur un même plan avec une tolérance de ±0,05 mm.

La figure 2 montre une construction type d'un pulvérisateur de brouillard.

Les pulvérisateurs doivent être disposés sur deux colonnes parallèles et de chaque côté de l'isolateur, qui doit avoir son axe dans le même plan que les colonnes, c'est-à-dire qu'un isolateur vertical est essayé avec des colonnes verticales et un isolateur horizontal avec des colonnes horizontales. Dans le cas d'un isolateur incliné (voir la figure 3) le plan contenant l'isolateur et les colonnes doit couper le plan horizontal suivant une ligne située à angles droits par rapport à l'axe de l'isolateur; dans ce cas, l'axe des ajutages de solution est vertical. La distance entre les ajutages de solution et l'axe de l'isolateur doit être de 3,0 m ± 0,05 m.

Les pulvérisateurs doivent être espacés à des intervalles de 0,6 m. Chaque pulvérisateur envoie son jet perpendiculairement à l'axe de la colonne vers le pulvérisateur correspondant de l'autre colonne et dans un angle de 1° par rapport au plan formé par les pulvérisateurs. On peut vérifier cet alignement pour des pulvérisateurs verticaux en abaissant l'ajutage de solution, en injectant de l'eau par l'ajutage d'air et en l'orientant vers le pulvérisateur opposé; puis on relève l'ajutage de solution jusqu'à la position de fonctionnement. Il est préférable de faire en sorte que le milieu de l'isolateur se trouve au point milieu des colonnes de pulvérisateurs. Les deux colonnes de pulvérisateurs doivent se prolonger d'au moins 0,6 m au-delà des deux extrémités de l'isolateur.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

The density correction shall be made using the following formula:

$$\Delta_{20} = \Delta_{\theta} [1 + (200 + 1{,}3\ S_a)\ (\theta - 20) \times 10^{-6}]$$

where:

θ is the solution temperature (°C)

Δ_{θ} is the density at a temperature of θ °C (kg/m³)

Δ_{20} is the density at a temperature of 20 °C (kg/m³)

S_a is the salinity (kg/m³)

This correction formula is only valid for salinities over 20 kg/m³.

8 Spraying system

The fog is produced in the test chamber by means of the specified number of sprays which atomize the solution by a stream of compressed air flowing at right angles to the solution nozzle. The nozzles consist of corrosion resistant tubes, the internal diameter of the air nozzles being 1,2 mm ± 0,02 mm and the internal diameter of the solution nozzle being 2,0 mm ± 0,02 mm. Both nozzles shall have an outside diameter of 3,0 mm ± 0,05 mm and the ends of the nozzles shall be square-cut and polished.

The end of the solution nozzle shall lie on the axis of the air nozzle to within ±0,05 mm. The distance between the end of the compressed air nozzle and the central line of the solution nozzle shall be 3,0 mm ± 0,05 mm. The axes of the two nozzles shall lie in the same plane to within ±0,05 mm.

Figure 2 shows a typical construction of the fog spray nozzle.

The sprays shall be in two columns parallel to and on opposite sides of the insulator which shall have its axis in the same plane as the columns, i.e. a vertical insulator is tested with vertical columns and a horizontal insulator with horizontal columns. In the case of an inclined insulator (see figure 3) the plane containing the insulator and the columns shall intersect the horizontal plane in a line at right angles to the insulator axis; in this case, the axis of the solution nozzles is vertical. The distance between the solution nozzles and the insulator axis shall be 3,0 m ± 0,05 m.

The sprays shall be spaced at 0,6 m intervals, each spray pointing at right angles to the column axis towards its counterpart on the other column and within an angle of 1° to the plane of the sprays. This alignment can be checked for vertical sprays by lowering the solution nozzle, passing water through the air nozzle and directing it towards the opposing spray; afterwards, raising the solution nozzle to the operating position. The mid-point of the insulator shall preferably be in line with the mid-points of the columns of sprays. Both columns shall extend beyond each end of the insulator by at least 0,6 m.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Le nombre minimal N de pulvérisateurs par colonne doit être pour une longueur H, en mètres, de l'isolateur:

$$N = \frac{H}{0,6} + 3$$

Les pulvérisateurs doivent être alimentés avec un air filtré ne contenant pas d'huile, sous une pression relative de 700 kPa ± 35 kPa.

Le débit de la solution alimentant chaque pulvérisateur doit être de 0,5 dm³/min ± 0,05 dm³/min pendant la durée de l'essai, et la tolérance sur le débit global alimentant l'ensemble des jets doit être de ±5 % de la valeur nominale.

9 Conditions avant de commencer l'essai

L'essai doit commencer lorsque l'isolateur, nettoyé selon 5.2, est encore complètement mouillé.

Au début de l'essai, l'isolateur doit être en équilibre thermique avec l'air de la chambre d'essai. De plus, la température ambiante ne doit pas être inférieure à 5 °C, ni supérieure à 40 °C, et sa différence avec la température de la solution aqueuse ne doit pas excéder 15 K.

L'isolateur est mis sous tension, la pompe de la solution saline et le compresseur d'air sont mis en marche: on estime que l'essai est commencé dès que l'air comprimé a atteint la pression de fonctionnement normale à la sortie des ajutages.

10 Préconditionnement

L'isolateur, préparé de façon normale, est soumis à la tension d'essai et à la salinité de référence pendant une durée de 20 min, ou jusqu'à ce qu'il se produise un contournement de l'isolateur; s'il n'y a pas de contournement de l'isolateur, la tension est augmentée toutes les 5 min, par paliers de 10 % de la tension d'essai jusqu'au contournement.

Après contournement, la tension est de nouveau appliquée et augmentée aussi rapidement que possible jusqu'à 90 % de la tension de contournement précédemment obtenue. Puis on augmente la tension toutes les 5 min par paliers de 5 % de la tension de contournement initiale, jusqu'à ce que l'isolateur contourne. Cette dernière opération est exécutée à nouveau six fois, c'est-à-dire que l'on augmente rapidement la tension jusqu'à 90 % de la tension de contournement précédente, puis par paliers de 5 % toutes les 5 min jusqu'au contournement. Après les huit contournements, on dissipe le brouillard et l'on nettoie l'isolateur à l'eau du robinet. L'essai de tenue (voir article 11) doit alors commencer aussi tôt que possible.

Dans l'essai de préconditionnement, les caractéristiques de la source de tension ne doivent pas être inférieures à celles qui sont définies pour l'essai de tenue (voir article 6).

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

The minimum number N of sprays per column shall be, for a length H in metres of the insulator:

$$N = \frac{H}{0,6} + 3$$

The sprays shall be supplied with filtered, oil-free air at a relative pressure of 700 kPa ± 35 kPa.

The flow of solution to each spray shall be 0,5 dm^3/min ± 0,05 dm^3/min for the period of the test, and the tolerance on the total flow to all sprays shall be ±5 % of the nominal value.

9 Conditions before starting the test

The test shall start while the insulator, cleaned according to 5.2, is still completely wet.

At the start of the test the insulator shall be in thermal equilibrium with the air in the test chamber. In addition, the ambient temperature shall be not less than 5 °C nor greater than 40 °C and its difference from the temperature of the water solution shall not exceed 15 K.

The insulator is energized, the salt-solution pump and air compressor are switched on, and the test is deemed to have started as soon as the compressed air has reached the normal operating pressure at the nozzles.

10 Preconditioning process

The insulator, prepared in the normal way, is subjected to the test voltage at the reference salinity for 20 min, or until the insulator flashes over; if the insulator does not flash over, the voltage is raised in steps of 10 % of the test voltage every 5 min until flashover.

After flashover, the voltage is reapplied and raised as quickly as possible to 90 % of the previously obtained flashover voltage, and thereafter increased in steps of 5 % of the initial flashover voltage every 5 min until flashover. The last process is repeated six further times, in each of them the voltage is raised rapidly to 90 % of the last obtained flashover voltage and then in steps of 5 % every 5 min until flashover. After the eight flashovers, the fog shall be cleared, the insulator shall be washed down with tap water and then the withstand test (see clause 11) shall start as soon as possible.

The characteristics of the voltage source in the preconditioning process shall be not lower than those used as references in the withstand test (see clause 6).

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Dans le cas où l'opération de préconditionnement effectuée à la salinité de référence nécessiterait une tension excessivement élevée, il est permis d'utiliser des valeurs plus élevées de salinité. Si la tension requise reste, malgré cela, trop élevée, il est permis de préconditionner séparément des sections réduites de l'isolateur, en utilisant des moyens appropriés pour éviter, le cas échéant, de trop contraindre l'isolation interne (par exemple dans le cas de parafoudres ou de traversées).

11 Essai de tenue

Cet essai a pour objet de vérifier la salinité tenue spécifiée de l'isolateur à la tension d'essai spécifiée.

L'essai doit commencer quand l'isolateur et la chambre remplissent les conditions de l'article 9 et après avoir conditionné l'isolateur en accord avec l'article 10.

Une série d'essais est appliquée à l'isolateur à la tension d'essai spécifiée, en utilisant une solution saline ayant la salinité d'essai spécifiée en accord avec l'article 7. La durée de chaque essai doit être de 1 h, si aucun contournement ne se produit avant l'écoulement de ce laps de temps. L'isolateur doit être soigneusement lavé à l'eau du robinet avant chaque essai ultérieur.

12 Sanction de l'essai de tenue

L'isolateur remplit les conditions de l'essai si aucun contournement ne se produit au cours des trois essais consécutifs, en accord avec l'article 11. Si un seul contournement a lieu, un quatrième essai doit être effectué, et l'isolateur remplit les conditions de l'essai s'il n'y a pas de contournement au cours de cet essai.

NOTE - A des fins de recherche, les caractéristiques de tenue d'un isolateur peuvent être déterminées. Des procédés pour l'évaluation ou la vérification de ces caractéristiques sont donnés dans l'annexe B.

SECTION QUATRE - MÉTHODES DE LA COUCHE SOLIDE

13 Composition de la suspension contaminante

On prépare une suspension en utilisant l'une des deux compositions suivantes:

13.1 *Composition à base de Kieselguhr*

Elle est constituée de:

- 100 g de Kieselguhr (terre d'infusoires, diatomées), voir article 14;
- 10 g de bioxyde de silicium très dispersé, dimension des particules 2-20 nm;
- 1 000 g d'eau du robinet;
- quantité adéquate de NaCl de pureté commerciale.

Lorsque la conductivité volumique de l'eau est supérieure à 0,05 S/m, il est recommandé d'utiliser de l'eau déminéralisée.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

If the preconditioning process performed at the reference salinity requires excessively high voltages, the use of higher values of salinity for the preconditioning is allowed. If, in spite of this expedient, the voltage required remains too high, shorter sections of the insulator may be separately preconditioned using adequate procedures to avoid overstressing of the internal insulation, if any (e.g. in the case of arresters or bushings).

11 Withstand test

The object of this test is to confirm the specified withstand salinity of the insulator at the specified test voltage.

The test shall start when the test insulator and the chamber conditions fulfil the requirements given in clause 9 and after the preconditioning of the insulator according to clause 10.

A series of tests are performed on the insulator at the specified test voltage, using a salt solution having the specified test salinity in accordance with clause 7. The duration of each test shall be 1 h, if no flashover occurs before that time has elapsed. The insulator shall be carefully washed with tap water before each subsequent test.

12 Acceptance criterion for the withstand test

The insulator complies with this specification if no flashover occurs during a series of three consecutive tests in accordance with the procedure in clause 11. If only one flashover occurs, a fourth test shall be performed and the insulator then passes the test if no flashover occurs.

NOTE - For research purposes the withstand characteristics of an insulator can be determined. Practices for assessing or checking these characteristics are given in appendix B.

SECTION FOUR - SOLID LAYER METHODS

13 Composition of the contaminating suspension

A suspension shall be prepared using one of the two following compositions:

13.1 *Kieselguhr composition*

It consists of:

- 100 g Kieselguhr (diatomaceous earth, diatomite), see clause 14;
- 10 g highly-dispersed silicon dioxide, particle size 2-20 nm;
- 1 000 g tap water;
- a suitable amount of NaCl of commercial purity.

When the volume conductivity of tap water is higher than 0,05 S/m, the use of demineralized water is recommended.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Pour obtenir le degré de pollution de référence sur l'isolateur destiné à l'essai, avec la tolérance prescrite de ±15%, il convient de déterminer une valeur adéquate de la conductivité volumique de la suspension préparée en soumettant l'isolateur lui-même (ou une partie de celui-ci) à des essais préliminaires de contamination. La conductivité volumique souhaitée est obtenue en ajustant la quantité de sel dans la suspension. Le tableau 2, ci-dessous, sert de guide au démarrage des tentatives et donne une correspondance approximative entre le degré de pollution de référence sur l'isolateur et la conductivité volumique de la suspension à une température de 20 °C.

Tableau 2 – Composition à base de Kieselguhr: correspondance approximative entre le degré de pollution de référence sur l'isolateur et la conductivité volumique de la suspension à une température de 20 °C

Degrés de pollution de référence pour la composition à base de Kieselguhr		Conductivité volumique de la suspension
Densité du dépôt de sel *DDS* mg/cm²	Conductivité de la couche K_{20} µS	σ_{20} S/m
0,0176	7	0,21
0,025	10	0,30
0,0353	14	0,42
0,005	20	0,60
0,0705	28	0,85
0,1	40	1,20
0,141	56	1,69
0,20	80	2,40

13.2 *Composition à base de Kaolin (ou Tonoko)*

Elle est constituée de:

- 40 g de Kaolin (ou Tonoko), voir l'article 14;
- 1 000 g d'eau du robinet;
- quantité adéquate de NaCl de pureté commerciale.

Lorsque la conductivité volumique de l'eau est supérieure à 0,05 S/m, il est recommandé d'utiliser de l'eau déminéralisée.

Pour obtenir le degré de pollution de référence sur l'isolateur en essai avec la tolérance prescrite de ±15 %, il convient de déterminer une valeur adéquate de la conductivité volumique en soumettant l'isolateur lui-même (ou une partie de celui-ci) à des tentatives préliminaires de contamination. La conductivité volumique souhaitée est obtenue en ajustant la quantité de sel dans la suspension.

Le tableau 3, ci-après, sert de guide au démarrage des tentatives et donne une correspondance approximative entre le degré de pollution de référence sur l'isolateur et la conductivité volumique de la suspension à une température de 20 °C, dans le cas d'isolateurs standard du type capot-tige pollués en position verticale et dans des conditions ambiantes normales. La conductivité volumique requise pour les autres isolateurs peut différer des valeurs données au tableau 3.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

To achieve the reference degree of pollution on the insulator under test, with the prescribed tolerance of ±15 %, an appropriate value of volume conductivity of the prepared suspension is to be determined by submitting the insulator itself (or a part of it) to preliminary contamination trials. The desired volume conductivity is reached by adjusting the amount of salt in the suspension. As an approximate guide to start the trials, table 2 below gives an approximate correspondence between the reference degree of pollution on the insulator and the volume conductivity of the suspension at a temperature of 20 °C.

Table 2 – Kieselguhr composition: approximate correspondence between the reference degrees of pollution on the insulator and the volume conductivity of the suspension at a temperature of 20 °C

Reference degrees of pollution for Kieselguhr composition		Volume conductivity of the suspension
Salt deposit density *SDD* mg/cm²	Layer conductivity K_{20} µS	σ_{20} S/m
0,0176	7	0,21
0,025	10	0,30
0,0353	14	0,42
0,005	20	0,60
0,0705	28	0,85
0,1	40	1,20
0,141	56	1,69
0,20	80	2,40

13.2 *Kaolin (or Tonoko) composition*

It consists of:

- 40 g Kaolin (or Tonoko), see clause 14;
- 1 000 g tap water;
- a suitable amount of NaCl of commercial purity.

When the volume conductivity of tap water is higher than 0,05 S/m, the use of demineralized water is recommended.

To achieve the reference degree of pollution on the insulator under test, with the prescribed tolerance of ±15 %, an appropriate value of volume conductivity of the prepared suspension is to be determined by submitting the insulator itself (or part of it) to preliminary contamination trials. The desired volume conductivity is reached by adjusting the amount of salt in the suspension.

As an approximate guide to start the trials, table 3 below gives an approximate correspondence between the reference degree of pollution on the insulator and the volume conductivity of the suspension at a temperature of 20 °C, in the case of standard cap and pin insulators contaminated in a vertical position in normal ambient conditions. The volume conductivity required for other insulators can vary from the values given in table 3.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Tableau 3 – Composition à base de Kaolin (ou Tonoko): correspondance approximative entre le degré de pollution de référence sur l'isolateur et la conductivité volumique de la suspension à une température de 20 °C

Degrés de pollution de référence pour la composition à base de Kaolin (ou Tonoko)		Conductivité volumique de la suspension
Densité du dépôt de sel *DDS* mg/cm²	Conductivité de la couche K_{20} µS	σ_{20} S/m
0,025	3	1
0,035	4,2	1,4
0,05	5,5	2
0,07	8	2,8
0,1	11	4
0,14	14,5	5,6
0,2	20	8
0,28	27	11,2
0,4	37	16

14 Principales caractéristiques des matériaux inertes

Le tableau 4 ci-dessous donne les gammes de valeurs des principales caractéristiques des types Kieselguhr, Kaolin et Tonoko qui sont utilisées dans les suspensions.

Des matériaux inertes ayant d'autres noms, mais dont il s'avère que les caractéristiques correspondent à la même gamme d'un des types mentionnés ci-dessus, peuvent être utilisés à la place de celui-ci.

Tableau 4 – Caractéristiques principales des matériaux inertes utilisés pour les suspensions de couche solide

Type de matériel inerte	Composition en poids %				Granulométrie (distribution cumulée) µm			Conductivité volumique σ_{20}
	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	H_2O	16 %	50 %	84 %	S/m
Kieselguhr	70–90	5–25	0,5–6	7–14	0,1–0,2	0,4–1	2–10	0,0015–0,02
Kaolin	40–50	30–40	0,3–2	7–14	0,1–0,2	0,4–1	2–10	0,0015–0,02
Tonoko	60–70	10–20	4–8	-	0,8–1,5	3–5	8–15	0,002–0,01

NOTES

1 La distribution des granulométries donne les valeurs des diamètres de trous des tamis en µm à travers lesquels passe l'un des pourcentages indiqués de la masse totale des particules.

2 La conductivité volumique qui caractérise les matériaux inertes est déterminée en utilisant de l'eau déminéralisée.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

Table 3 – Kaolin (or Tonoko) composition: approximate correspondence between the reference degrees of pollution on the insulator and the volume conductivity of the suspension at a temperature of 20 °C

Reference degrees of pollution for Kaolin (or Tonoko) composition		Volume conductivity of the suspension
Salt deposit density *SDD* mg/cm²	Layer conductivity K_{20} µS	σ_{20} S/m
0,025	3	1
0,035	4,2	1,4
0,05	5,5	2
0,07	8	2,8
0,1	11	4
0,14	14,5	5,6
0,2	20	8
0,28	27	11,2
0,4	37	16

14 Main characteristics of inert materials

Ranges of values for the main characteristics of the types of Kieselguhr, Kaolin and Tonoko that are used for the suspensions are given in the following table 4.

Inert materials having other names, but whose characteristics are proved to match with the same ranges of one of the above-mentioned types, may be used in place of that type.

Table 4 – Main characteristics of the inert materials used in solid layer suspensions

Type of inert material	Weight composition %				Granulometry (cumulative distribution) µm			Volume conductivity σ_{20} S/m
	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	H_2O	16 %	50 %	84 %	
Kieselguhr	70-90	5-25	0,5-6	7-14	0,1-0,2	0,4-1	2-10	0,0015-0,02
Kaolin	40-50	30-40	0,3-2	7-14	0,1-0,2	0,4-1	2-10	0,0015-0,02
Tonoko	60-70	10-20	4-8	–	0,8-1,5	3-5	8-15	0,002-0,01

NOTES

1 Granulometry distribution gives the values of the hole diameter of a sieve in µm through which one of the quoted percentages of the total mass of particles passes.

2 Volume conductivity for the characterization of inert material is determined with the use of demineralized water.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

15 Application de la couche de pollution

On prépare une solution en utilisant l'une des compositions décrites à l'article 13 que l'on applique par pulvérisation ou trempage sur l'isolateur sec, nettoyé au préalable comme précisé en 5.2, pour obtenir une couche suffisamment uniforme. L'isolateur peut également être immergé dans la suspension, à condition que ses dimensions le permettent.

NOTES

1 On propose d'utiliser une sonde (voir annexe C) pour contrôler l'uniformité de la couche humide si celle-ci ne paraît pas satisfaisante lors de l'examen visuel.

2 La couche artificielle peut être appliquée sur la surface de l'isolateur par pulvérisation de la suspension préparée, à l'aide d'un ou deux pulvérisateurs de type commercial. L'orientation des ajutages doit être réglée de manière que la couche soit répartie uniformément sur l'ensemble de la surface de l'isolateur. Une distance d'environ 20 cm à 40 cm entre la sortie de l'ajutage et le bord de l'ailette de l'isolateur convient. Il est conseillé d'agiter constamment la suspension.

Le degré de pollution désiré peut être obtenu grâce à des applications répétées sur l'isolateur.

3 Le temps d'application peut être réduit en préchauffant l'isolateur. Dans ce cas, l'isolateur entier devra être en équilibre thermique avec l'air ambiant de la chambre au début de l'essai. Le temps d'application peut également être réduit en séchant la couche entre deux applications successives.

D'autres techniques peuvent convenir et être également utilisées. Par exemple, on peut obtenir une couche de pollution en inondant la surface de l'isolateur avec la suspension préparée jusqu'à ce qu'elle ruisselle (technique du «flow-on»): cette pratique convient en particulier pour les isolateurs de grande taille et longs, lorsque l'on utilise les compositions à base de kaolin ou tonoko.

4 Le préconditionnement tel que spécifié pour les essais au brouillard salin n'est pas nécessaire avec la méthode de la couche solide. Des détails supplémentaires sont donnés à l'article D.1.

Avant de soumettre l'isolateur à l'essai, on laisse sécher la couche de pollution. Des informations complémentaires sont données à l'article D.2.

16 Détermination du degré de pollution de l'isolateur en essai

Le degré de pollution de l'isolateur en essai, exprimé en conductivité de la couche ou en densité du dépôt de sel, est déterminé comme suit.

16.1 *Conductivité de la couche (K)*

Comme mentionné précédemment, on calcule la conductivité de la couche en multipliant la conductance mesurée sur l'isolateur hors tension par le facteur de forme de celui-ci.

La mesure de conductance doit être répétée pendant l'humidification afin de déterminer la valeur maximale atteinte.

Chaque mesure de conductance consiste à appliquer à l'isolateur une tension d'au moins 700 V efficaces par mètre de ligne de fuite globale et à mesurer le courant circulant dans la couche humide. La tension ne doit être appliquée que pendant le temps nécessaire à la lecture de la mesure.

Lorsque des tensions plus élevées sont utilisées, la durée de la mesure doit être suffisamment courte pour éviter d'importantes erreurs dues à l'échauffement ou à la dessication de la couche de pollution. A cet effet, il faut vérifier que la forme du courant mesuré n'est pas affectée par des impulsions ou des variations d'amplitude.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

15 Application of the pollution layer

The suspension prepared using one of the compositions described in clause 13 shall be applied by spraying or flowing on the dry insulator, previously cleaned according to 5.2, to obtain a reasonably uniform layer. Alternatively the insulator may be dipped in the suspension, provided its size makes this operation possible.

NOTES

1 The use of a probe (see appendix C) is suggested for a check on the wet layer, when the uniformity does not appear to be satisfactory during visual examination.

2 The artificial layer may be applied on the insulator surface by spraying the prepared suspension through one or two nozzles of a commercial type spray gun. The direction of the spray nozzles shall be adjusted to ensure a reasonably uniform layer on the whole insulator surface. A distance of about 20 cm to 40 cm between the spray nozzle outlet and the rim of the insulator shed has been found satisfactory. It is desirable to keep the suspension stirred.

The required degree of pollution on the insulator may be obtained by repeated applications.

3 The coating time can be reduced by preheating the insulator. In this case the complete insulator should be in thermal equilibrium with the air in the test chamber at the start of the test. The coating time can also be reduced by drying the layer between successive applications.

Other techniques are suitable and can also be used. For instance the practice of flooding the prepared suspension over the insulator surface, until it is flowing-on ("flow-on" technique), is particularly suitable for large or long insulators, when Kaolin or Tonoko compositions are used.

4 A preconditioning process, as specified for the salt fog test, is not necessary with the solid layer methods. More details are given in clause D.1.

The layer shall be left to dry prior to the submission of the insulator to the test. More details are given in clause D.2.

16 Determination of the degree of pollution of the tested insulator

The degree of pollution of the tested insulator, expressed in terms of layer conductivity or salt deposit density, is determined as follows.

16.1 *Layer conductivity (K)*

As already mentioned, the layer conductivity is calculated by multiplying the layer conductance measured on the unenergized insulator by its form factor.

The layer conductance measurement is repeated on the insulator during its wetting, with the aim of determining the maximum value reached.

Each measurement of the layer conductance consists of applying to the insulator a voltage not lower than 700 V r.m.s. per metre of overall creepage distance and measuring the current flowing through the wet layer. The voltage must be applied only long enough to read the meter.

When higher voltage values are used, the measuring time shall be short enough to avoid serious error due to heating or drying of the pollution layer. To this aim it shall be checked that neither surge activity nor amplitude variations affect the shape of the measured current.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

La conductivité de la couche doit être rapportée à une température de référence de 20 °C en utilisant la formule suivante:

$$K_{20} = K_\theta [1 - b (\theta - 20)]$$

où:

θ est la température de la surface de l'isolateur (°C)

K_θ est la conductivité de la couche à la température de θ °C (μS)

K_{20} est la conductivité à la température de 20 °C (μS)

b est le facteur déjà défini à l'article 7.

16.2 *Densité du dépôt de sel (DDS)*

On enlève et on recueille soigneusement le dépôt de la surface d'un isolateur séparé (ou d'une de ses parties) identique à l'isolateur en essai et contaminé de la même manière. Dans ce but, on nettoie toute la surface de cet isolateur ou bien, séparément, la partie supérieure et la partie inférieure, sauf les parties métalliques. De plus amples détails sont donnés à l'article D.6.

Dans le cas où il n'y a qu'un seul isolateur cylindrique disponible pour l'essai, la mesure de la densité du dépôt de sel est faite sur quelques-unes de ses ailettes, après quoi la surface nettoyée doit être à nouveau polluée par application d'une nouvelle couche de pollution.

Après l'opération de contamination sur l'isolateur (ou sur l'une de ses parties) choisi pour les mesures de *DDS*, les gouttes doivent être ôtées soigneusement avant le séchage de la couche. De cette façon on évitera des erreurs dans l'évaluation du degré de pollution réellement efficace dans l'essai.

On dissout ensuite le dépôt dans une quantité déterminée d'eau, de préférence déminéralisée. La suspension obtenue est constamment agitée pendant au moins 2 min avant la mesure de sa conductivité volumique σ_θ (S/m) à la température θ (°C). La valeur σ_{20} est alors obtenue à partir de σ_θ par la même relation que dans l'article 7.

La salinité S_a (kg/m³) de la suspension, lorsque σ_{20} est à l'intérieur de l'intervalle 0,004-0,4 S/m, est déterminée par la formule suivante:

$$S_a = (5{,}7\ \sigma_{20})^{1{,}03}$$

La densité du dépôt de sel *DDS* (mg/cm²) est alors obtenue par la formule suivante:

$$DDS = \frac{S_a \cdot V}{A}$$

où:

V est le volume de la suspension (cm³)

A est la surface nettoyée (cm²)

17 Prescriptions générales concernant l'humidification de la couche de pollution

L'objet à essayer doit être humidifié par des générateurs de brouillard qui procurent une répartition uniforme tout au long et tout autour de l'objet en essai. Au début de l'humidification, la température de l'objet à essayer ne doit pas dépasser de ±2 K la température ambiante dans la chambre. Pour limiter le volume de la chambre d'essai, on peut utiliser une tente en plastique autour de l'objet.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

The layer conductivity shall be related to the reference temperature of 20 °C, using the following formula:

$$K_{20} = K_\theta [1 - b (\theta - 20)]$$

where:

θ is the temperature of the insulator surface (°C)

K_θ is the layer conductivity at a temperature of θ °C (μS)

K_{20} is the layer conductivity at a temperature of 20 °C (μS)

b is the factor already defined in clause 7.

16.2 *Salt deposit density (SDD)*

The deposit is removed and carefully collected from the surface of a separate insulator (or from a part thereof), identical to the tested one and contaminated in the same way. The whole surface of this insulator, or the upper and lower surfaces separately, are cleaned for this purpose, excluding metal parts. More details are given in clause D.6.

In the case where only one cylindrical insulator is available for test, measurement of salt deposit density is made on a few of its sheds. Thereafter, the cleaned surface shall be re-polluted by re-applying the pollution layer.

After the contaminating operation on the insulator (or part thereof) chosen for *SDD* measurement, the drops shall be removed carefully before drying the layer. In this way, errors can be avoided in quantifying the degree of pollution really effective in the test.

The deposit is then dissolved in a known quantity of water, preferably demineralized water. The resulting suspension is kept stirred for at least 2 min before the measurement of its volume conductivity σ_θ (S/m) at the temperature θ (°C). Then the value σ_{20} is obtained from σ_θ by the same relationship as that given in clause 7.

The salinity S_a (kg/m³) of the suspension is determined, when σ_{20} is within the range 0,004-0,4 S/m, by the use of the following formula:

$$S_a = (5{,}7\ \sigma_{20})^{1{,}03}$$

The salt deposit density *SDD* (mg/cm²) is then obtained by the following formula:

$$SDD = \frac{S_a \cdot V}{A}$$

where:

V is the volume of the suspension (cm³)

A is the area of the cleaned surface (cm²)

17 General requirements for the wetting of the pollution layer

The test object shall be wetted by means of fog generators which provide an uniform fog distribution over the whole length and all around the test object. The temperature of the test object at the beginning of the wetting shall be within ±2 K of the ambient temperature in the test chamber. A plastic tent, surrounding the test object, may be used to limit the volume of the test chamber.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

La production de brouillard doit être maintenue à un débit constant jusqu'à la fin de chaque essai individuel.

Lorsqu'un certain degré d'humidification de la couche de pollution est atteint, des gouttes commencent à tomber des bords des ailettes de l'isolateur; une certaine quantité de polluant est ainsi enlevée et l'on peut s'attendre à un lavage progressif de l'isolateur en essai.

18 Procédures d'essai

Deux procédures alternatives sont proposées qui diffèrent fondamentalement par l'état de la couche, humide ou sèche, lors de l'application de la tension d'essai à l'objet.

Les principales règles concernant les deux procédures d'essai sont données ci-dessous.

18.1 *Procédure A - Humidification avant et pendant la mise sous tension*

Pour cette procédure, l'isolateur est contaminé en utilisant soit une composition à base de Kieselguhr (voir 13.1) soit de Kaolin (ou Tonoko) (voir 13.2). Le degré de pollution est généralement exprimé en termes de conductivité de la couche, il est néanmoins possible de l'exprimer en densité du dépôt de sel.

L'isolateur est préparé pour l'essai, comme indiqué à l'article 15, et placé en position d'essai dans la chambre quand la production de brouillard commence.

On utilise de préférence un brouillard à base de vapeur pour humidifier la couche.

La figure 4 montre, à titre d'exemple, un générateur de vapeur, constitué d'un tuyau distributeur comprenant des ajutages espacés régulièrement.

NOTE - Il est permis d'utiliser un brouillard généré par des pulvérisateurs vaporisant de l'eau chaude ou froide (voir le dispositif de la figure 2, à titre d'exemple) au lieu du brouillard à base de vapeur, sous réserve que ce brouillard procure l'humidification uniforme souhaitée.

Lorsque l'on utilise cette variante, il peut être utile d'effectuer le refroidissement de l'objet avant l'essai.

Des mesures de la conductance sont effectuées sur l'isolateur en essai pour déterminer sa conductivité en accord avec 16.1.

A température ambiante, le débit de vapeur dans la chambre d'essai doit être suffisamment élevé pour que la conductivité maximale de la couche sur l'objet en essai soit atteinte en 20 min à 40 min après le début de la production de vapeur. La valeur maximale de la conductivité de la couche mesurée pour l'essai représente la conductivité de référence de la couche.

On applique alors la tension, instantanément ou au bout de 5 s au plus. Elle est maintenue jusqu'au contournement ou pendant 15 min si aucun contournement ne se produit.

On retire ensuite l'isolateur de la chambre de brouillard et on le laisse sécher. On le replace une seconde fois dans la chambre pour être réhumidifié jusqu'à ce que la conductivité de la couche atteigne sa valeur maximale; si celle-ci n'est pas inférieure à 90 % de

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

The fog generation in the test chamber shall be maintained until the end of each individual test at a constant steady rate of flow.

After a certain degree of wetting of the pollution layer is reached, moisture starts to drip from the edges of insulator sheds; thus some pollutant content is removed from the layer and a progressive washing of the test object can be expected.

18 Test procedures

Two alternative procedures are proposed, basically differing in the layer conditions, wet or dry, of the test object at the instant at which the test voltage is applied to it.

The main rules relevant to the two test procedures are given below.

18.1 *Procedure A - Wetting before and during energization*

For this procedure, the insulator is contaminated using either Kieselguhr composition (see 13.1) or Kaolin (or Tonoko) composition (see 13.2). The degree of pollution is generally expressed in terms of layer conductivity, but the salt deposit density may be used also.

The insulator is prepared for the test according to clause 15 and placed in its test position in the chamber, when the fog generation is started.

Steam fog should preferably be used to wet the pollution layer.

A steam fog generator, consisting of a distribution pipe, with nozzles spaced at equal distance, is shown in figure 4, as an example.

NOTE - Instead of the steam fog, it is permitted to use a fog generated with nozzles spraying warm or cold water (see as an example the device in figure 2), provided that this fog gives the recommended uniform wetting.

When this variant is used, before starting the test, cooling of the test object may be advantageous.

For the evaluation of the layer conductivity, layer conductance measurements are performed on the test object according to 16.1.

The flow rate of the fog input in the chamber, at normal ambient temperature, shall be sufficiently high to ensure that the layer conductivity reaches its maximum value within 20 min to 40 min from the start of the fog generation. The maximum value of the layer conductivity measured in the test is assumed to be the reference layer conductivity.

The test voltage is then applied, either instantaneously or during a time not exceeding 5 s, and maintained until flashover, or for 15 min if no flashover occurs.

The insulator is then removed from the fog chamber and allowed to dry. It is placed for the second time in the chamber and re-wetted by the fog until the layer conductivity reaches its maximum value; if this is not lower than 90 % of the above-mentioned reference value,

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

la valeur de référence, citée ci-dessus, on applique à nouveau la tension et on la maintient jusqu'au contournement ou pendant 15 min si aucun contournement ne se produit; si elle est inférieure à 90 %, la couche de pollution doit être appliquée à nouveau sur l'isolateur en accord avec l'article 15.

On ne réalisera pas plus de deux essais consécutifs sur un isolateur avec la même couche de pollution.

18.2 *Procédure B - Humidification après mise sous tension*

Dans cette procédure, l'isolateur est pollué avec la suspension à base de Kaolin (ou Tonoko) (voir 13.2). Le degré de pollution est généralement exprimé en termes de densité du dépôt de sel (voir 16.2).

NOTE - Les mesures de la conductance ne sont généralement pas exigées. Après accord entre le fabricant et l'acheteur, elles peuvent être effectuées pendant l'humidification sur un isolateur séparé, hors tension, et identique à l'isolateur en essai (ou à l'une de ses parties) et contaminé de la même manière.

L'isolateur est préparé pour l'essai, comme indiqué à l'article 15, et placé dans la chambre en position d'essai, la couche de pollution étant encore sèche.

L'humidification de la couche de pollution est effectuée grâce à un brouillard à base de vapeur.

Les générateurs de vapeur sont placés sous l'objet, aussi près que possible du sol. Ils doivent, de toute manière, être à une distance d'au moins 1 m de l'objet en essai et leur flux ne doit pas être dirigé sur celui-ci.

Le débit de vapeur doit être nul jusqu'à l'application de la tension d'essai, puis maintenu constant à partir de ce moment-là. A température ambiante normale, le débit de vapeur doit être compris entre 0,05 kg/h ± 0,01 kg/h par mètre cube de volume de la chambre. Dans des conditions d'essai particulières, cette valeur peut nécessiter un ajustement par une vérification directe de l'action humidifiante du brouillard, en accord avec l'article D.3.

La tension d'essai est maintenue jusqu'au contournement ou pendant une durée de 100 min depuis le début de l'essai ou jusqu'à ce que les valeurs de crête du courant, si cette mesure est effectuée, aient diminué d'une manière stable jusqu'à une valeur inférieure à 70 % de la valeur maximale enregistrée. Des détails supplémentaires sont donnés aux articles D.4 et D.5.

Pour cette procédure, la couche de pollution ne peut être utilisée qu'une seule fois.

19 Essai de tenue et sanction de l'essai (commune aux deux procédures A et B)

Le but de cet essai est de vérifier le degré de pollution tenue spécifié, à la tension d'essai spécifiée. L'isolateur est conforme à cette spécification si aucun contournement ne se produit au cours de trois essais consécutifs exécutés de la manière indiquée en 18.1 pour la procédure A ou en 18.2 pour la procédure B.

Si un seul contournement a lieu, un quatrième essai doit être effectué. L'isolateur remplit les conditions de l'essai s'il n'y a pas de contournement au cours de ce quatrième essai.

NOTE - A des fins de recherche, les caractéristiques de tenue d'un isolateur peuvent être déterminées. Des procédés pour l'évaluation ou la vérification de ces caractéristiques sont donnés dans l'annexe B.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

the test voltage is applied again and maintained until flashover, or for 15 min if no flashover occurs; if it is lower than 90 %, the pollution layer shall be applied again to the insulator, according to clause 15.

No more than two consecutive tests shall be performed on an insulator with the same pollution layer.

18.2 *Procedure B - Wetting after energization*

For this procedure, the insulator is contaminated using Kaolin (or Tonoko) composition (see 13.2). The degree of pollution is generally expressed in terms of salt deposit density (see 16.2).

NOTE - Measurements of the layer conductance are generally not requested. On agreement between the manufacturer and the purchaser, they may be performed during the wetting on a separate, unenergized insulator, identical to the one tested (or to a part of it) and contaminated in the same way.

The insulator is prepared for the test according to clause 15 and placed in its test position in the chamber with the pollution layer still dry.

Steam fog shall be used for wetting the pollution layer.

The fog generators shall be under the test object as close as possible to the floor level. In all cases they shall be at least 1 m away from the test object and their flow shall not be directed towards it.

The steam input rate in the chamber shall be zero until the test voltage is applied and constant thereafter. At normal ambient temperature, the steam input rate shall be within the range 0,05 kg/h ± 0,01 kg/h per cubic metre of the test chamber volume. In particular test conditions this value may need some adjustment through a direct check of the wetting action of the fog as described in clause D.3.

The test voltage is maintained until flashover occurs. Otherwise it is maintained for 100 min from the start of the test or until the current peaks, if they are measured, have decreased to values permanently lower than 70 % of the maximum peak recorded. More details are given in clauses D.4 and D.5.

For this procedure the pollution layer is used only once.

19 Withstand test and acceptance criterion (common to both Procedures A and B)

The object of this test is to confirm the specified withstand degree of pollution at the specified test voltage. The insulator complies with this specification if no flashover occurs during three consecutive tests performed in accordance with 18.1 for Procedure A or with 18.2 for Procedure B.

If only one flashover occurs, a fourth test shall be performed and the insulator then passes the test if no flashover occurs.

NOTE - For research purposes the withstand characteristics of an insulator can be determined. Practices for assessing or checking these characteristics are given in appendix B.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

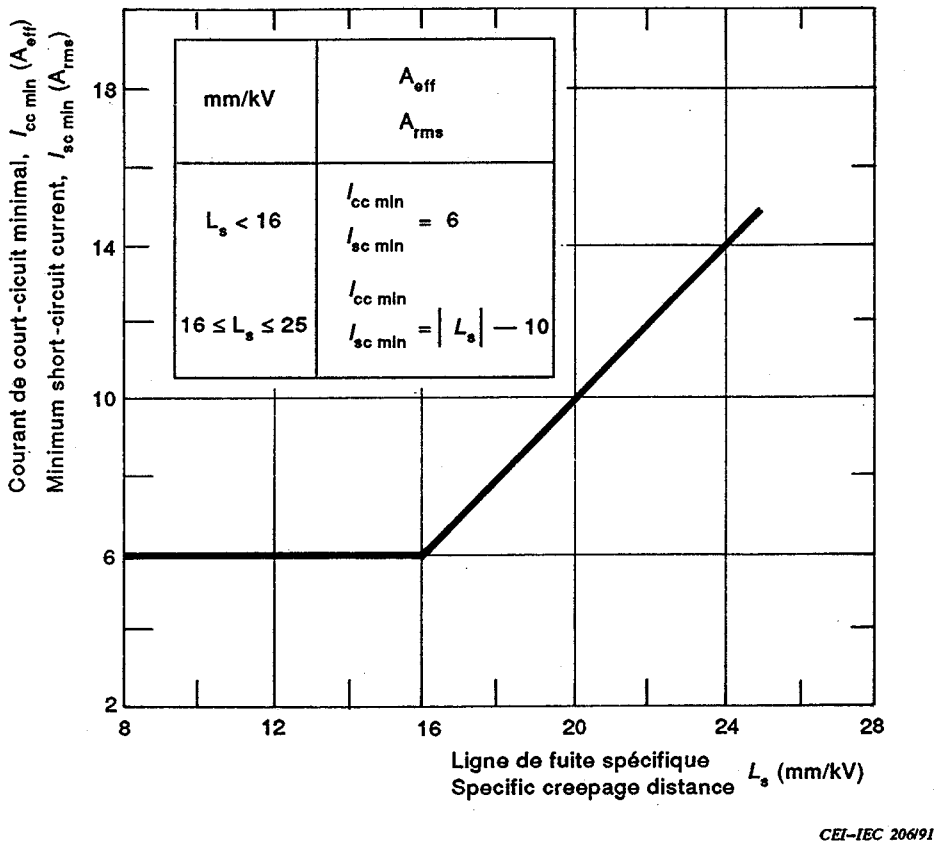
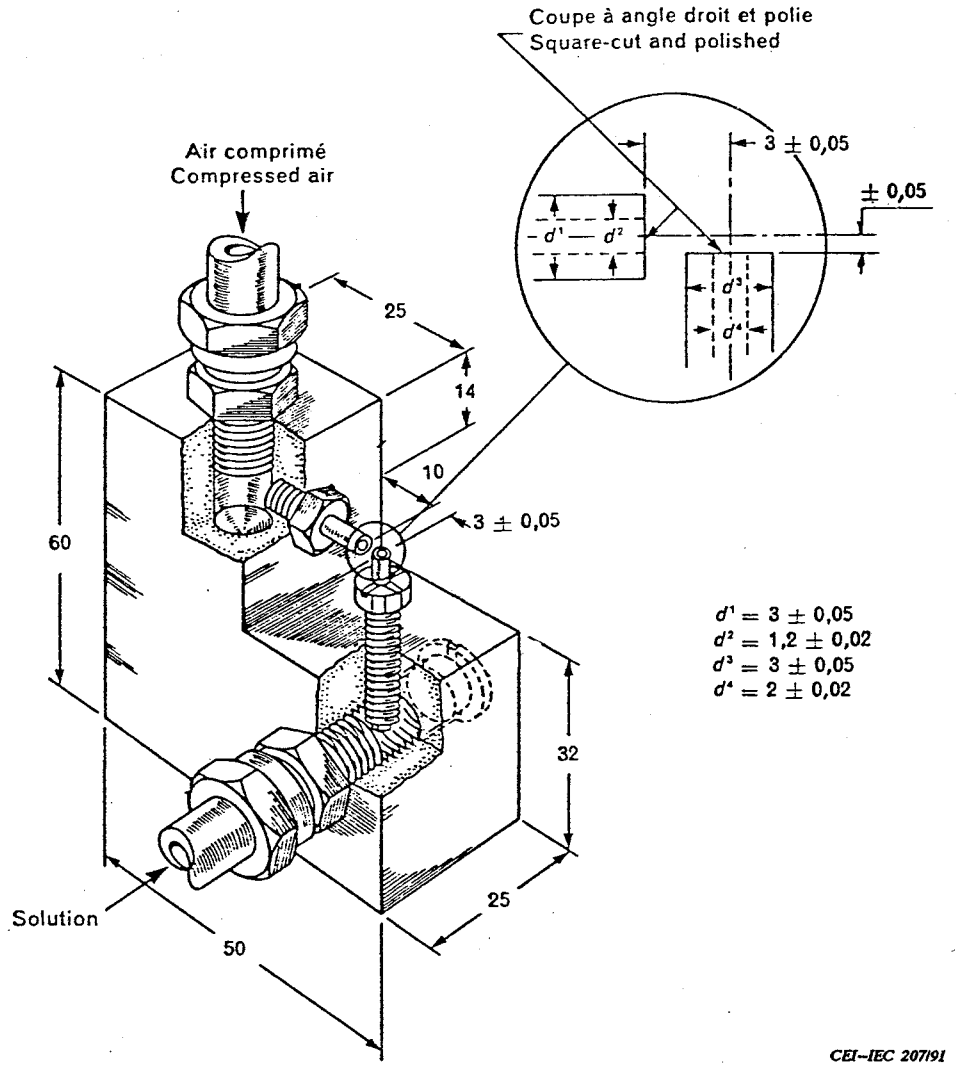


Figure 1 – Courant de court-circuit minimal, $I_{cc\ min}$, requis pour l'installation d'essai, en fonction de la ligne de fuite spécifique, L_s, de l'isolateur en essai. (L'expérience dont on dispose n'est pas suffisante pour donner des valeurs de $I_{cc\ min}$ pour les essais avec des lignes de fuite spécifiques supérieures à 25 mm/kV.)

Minimum short-circuit current, $I_{sc\ min}$, required for the testing plant, as a function of the specific creepage distance, L_s, of the insulator under test. (The available experience is deemed insufficient to give $I_{sc\ min}$ values for tests at specific creepage distances higher than 25 mm/kV.)

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale



Dimensions en millimètres – Dimensions in millimetres

Figure 2 – Construction type d'un pulvérisateur de brouillard

Typical construction of fog spray nozzle

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

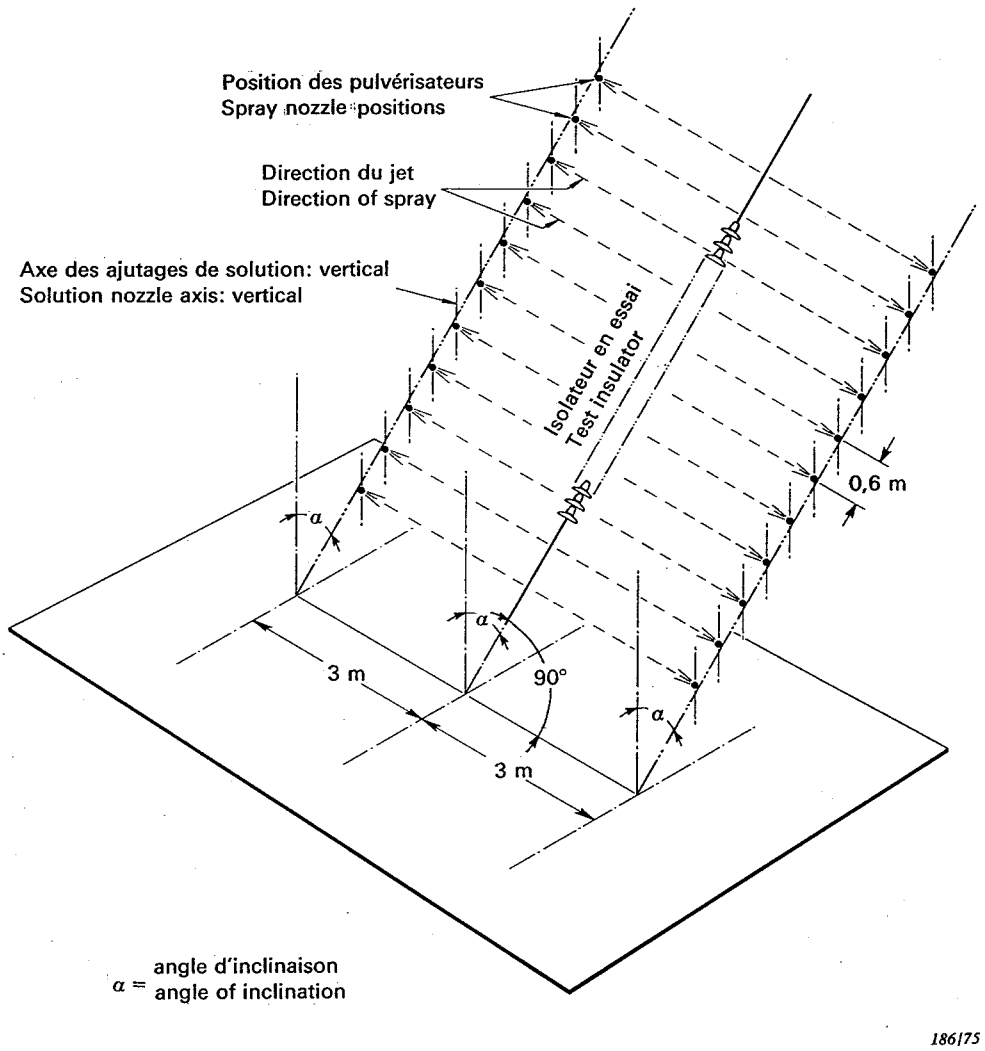
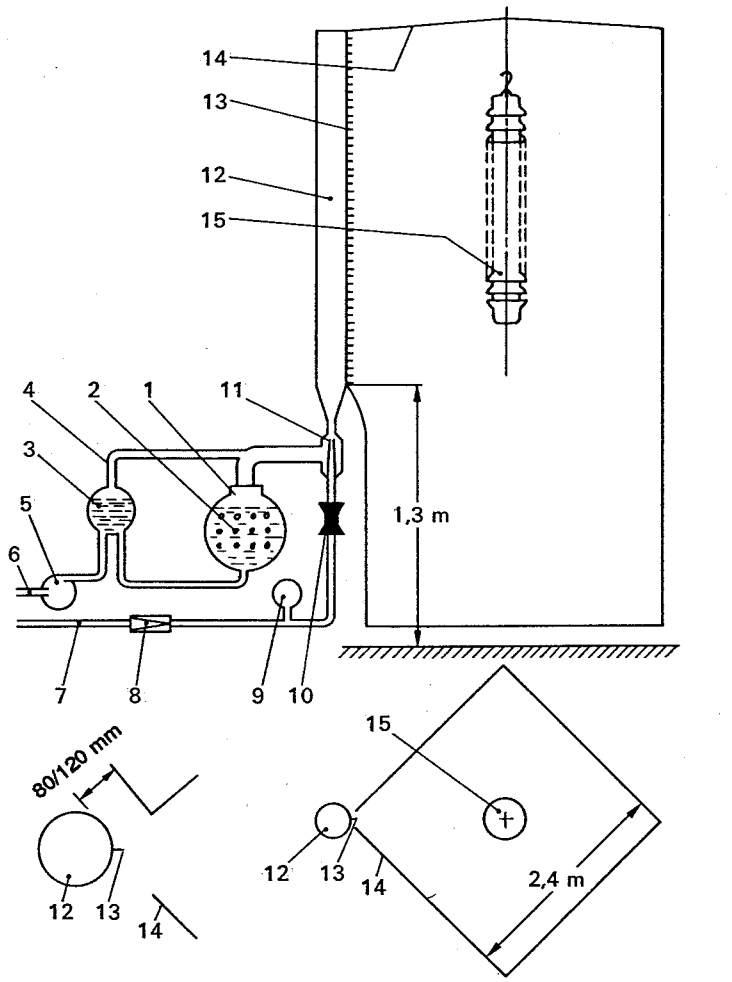


Figure 3 – Disposition d'essai pour isolateurs inclinés

Test layout for inclined insulators

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale



1 = chaudière à basse pression de capacité d'environ 20 l
2 = chauffage électrique: 12 bobines chauffantes de 3 kW chacune
3 = vanne régulatrice d'alimentation d'eau
4 = conduite égalisatrice de pression
5 = pompe d'alimentation de la chaudière: 50 l/h, 1 bar
6 = alimentation en eau adoucie
7 = alimentation en air comprimé
8 = vanne ajustable de pression de l'air comprimé
9 = manomètre: 0 bar à 5 bars
10 = vanne d'air comprimé, commande électrique à distance
11 = ajutage d'injection: 7,5/16 mm de diamètre
12 = tuyau à ajutages multiples. Trois tuyaux à ajutages ayant chacun 1,5 m de longueur et un tuyau intermédiaire sans ajutages pour des installations élevées. Hauteur totale, hors tout, à partir du sol: 11 m; diamètre intérieur du tuyau inférieur: 120 mm; diamètre intérieur des tuyaux réduit par paliers jusqu'à 50 mm pour le tuyau supérieur
13 = ajutage, diamètre intérieur: 1,6 mm; distance entre deux ajutages consécutifs: 30 mm
14 = tente en matière plastique
15 = objet à essayer

1 = low-pressure boiler, capacity about 20 l
2 = electrical heater: 12 heating coils, each of 3 kW
3 = feed-water regulator valve
4 = pressure-equalizing pipe
5 = boiler feed pump: 50 l/h, 1 bar
6 = connection for softened water
7 = connection for compressed air
8 = adjustable compressed-air reduction valve
9 = pressure gauge: 0-5 bars
10 = compressed-air valve, electric remote control
11 = injector nozzle: 7,5/16 mm diameter
12 = multipart nozzle pipe. Three nozzle pipes, each of 1,5 m length, and one intermediate pipe without nozzles for elevated installation. Overall total height from ground: 11 m; internal diameter of the lower pipe: 120 mm; internal diameter of the pipes reduced in steps to 50 mm for the upper pipe
13 = nozzle, internal diameter: 1,6 mm; distance between adjacent nozzles: 30 mm
14 = plastic tent
15 = test object

Figure 4 – Disposition type d'un générateur de brouillard à base de vapeur

Typical arrangement of steam-fog generator

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

Annexe A

Informations supplémentaires d'évaluation des conditions requises pour l'installation d'essai

Bien des laboratoires ont fourni et examiné un nombre important de résultats expérimentaux sur le courant de fuite maximal I_h des isolateurs pollués pendant toute la durée de chacun des essais de tenue dans les conditions de tenue (voir annexe B). Le tableau ci-dessous donne, pour chaque niveau de contrainte électrique de surface et pour les conditions spécifiées de l'installation d'essai (article 6), les valeurs maximales de I_h ($I_{h\ max}$) enregistrées sur chaque type d'isolateur dans n'importe quelle position d'essai.

Ligne de fuite spécifique* – L_s mm/kV	$I_{h\ max}$ $A_{crête}$
16	0,55
20	0,85
25	1,35
* Ligne de fuite divisée par le produit de la tension d'essai et $\sqrt{3}$.	

NOTE - Ces valeurs de $I_{h\ max}$ peuvent être dépassées lorsqu'un isolateur est essayé dans des conditions plus critiques que celles qui sont mentionnées ci-dessus, par exemple lorsque la probabilité de contournement est plus élevée que celle qui correspond à l'essai de tenue dans les conditions de tenue.

Si l'on considère le rapport $I_{cc}/I_{h\ max}$, I_{cc} étant défini en 6.2, sa valeur limite peut être déterminée comme étant celle au-dessus de laquelle les résultats d'essais (c'est-à-dire la tension tenue ou le degré de pollution tenu, voir annexe B) ne sont plus influencés par le rapport lui-même. En se basant sur des essais de laboratoire disponibles, cette valeur limite du rapport est estimée égale à 11 pour tous les niveaux de contraintes électriques de surface donnés dans le tableau ci-dessus.

En ce qui concerne le rapport I_c/I_{cc}, les limites spécifiées sont généralement respectées par un certain nombre d'installations d'essai. Dans la plupart des cas, la limite inférieure est respectée grâce à la capacité équivalente de la source, à la capacité globale (traversées et diviseur de tension) et aux capacités parasites du circuit.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

Appendix A

Supplementary information on the assessment of the requirement for the testing plant

Many laboratories have provided measurements of the highest leakage current pulse amplitudes I_h occurring on a polluted insulator throughout the duration of all individual withstand tests in withstand conditions (see appendix B), which have been examined. The table below gives for the different levels of the electrical surface stress and for the specified conditions of the testing plant (clause 6) the maximum I_h values ($I_{h\ max}$) recorded on all insulator types in any test position.

Specific creepage distance* – L_s mm/kV	$I_{h\ max}$ A_{peak}
16	0,55
20	0,85
25	1,35
* Creepage distance divided by the product of the test voltage and $\sqrt{3}$.	

NOTE - These $I_{h\ max}$ values may be exceeded when an insulator is tested in conditions more critical than those mentioned above, for example when the flashover probability is higher than that corresponding to a withstand test in withstand conditions.

If the ratio $I_{sc}/I_{h\ max}$ is considered, I_{sc} being defined in 6.2, its limit value, above which test results (e.g. withstand voltage or withstand degree of pollution, see appendix B) are no more influenced by the ratio itself, can be determined. On the basis of the available laboratory experience, this limiting value is estimated as equal to 11 in the range of the electrical surface stress given in the table above.

As regards the ratio I_c/I_{sc}, the specified limits are usually met by several testing plants. In particular the lower limit is generally complied with due to the amount of the equivalent source capacitance, the lumped capacitance (bushing and voltage divider) and the stray capacitances of the circuit.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Annexe B

Détermination des caractéristiques de tenue des isolateurs

Les sections deux, trois et quatre ont pour objet de vérifier le degré de pollution spécifié tenu à la tension d'essai spécifiée. Cependant, on peut, de plus, déterminer les caractéristiques d'un isolateur pour une gamme de tensions, ou en d'autres termes pour une gamme de lignes de fuite spécifiques de l'isolateur lui-même. Pour cela, on mesure le degré de pollution maximal tenu à différents niveaux de tension ou, dans d'autres cas, la tension maximale tenue, ou la tension de tenue 50%, pour différentes valeurs du degré de pollution de référence. Des exemples de procédures pour de telles évaluations sont décrits ci-dessous.

Dans l'article B.3 figurent des instructions pour vérifier, si nécessaire, la conformité des moyens d'essais sous pollution artificielle.

B.1 Détermination de la salinité maximale tenue à une tension d'essai donnée

L'isolateur doit être soumis à plusieurs essais à une tension donnée avec différentes salinités choisies parmi celles qui sont énumérées à l'article 7. L'essai doit être effectué en accord avec l'article 11.

Les essais peuvent être effectués dans n'importe quel ordre à condition que:

a) lorsque le nombre total des essais aboutissant au contournement pour une salinité donnée atteint deux, aucun autre essai ne doit être effectué à des salinités égales ou supérieures;

b) lorsque le nombre total des essais aboutissant à la tenue atteint trois, aucun autre essai ne doit être effectué à des salinités égales ou inférieures.

Le préconditionnement (voir article 10) doit être réalisé sur l'isolateur avant de déterminer la salinité maximale tenue.

NOTE - Lorsque l'on a besoin de réaliser des séries d'essais de longue durée, l'isolateur peut avoir besoin d'être nettoyé selon les recommandations de 5.2 et ensuite préconditionné chaque fois que les conditions de l'isolateur le nécessitent.

Si l'on obtient quatre tenues à la salinité de 224 kg/m³, la salinité maximale tenue doit être considérée comme étant égale ou supérieure à 224 kg/m³. Si l'on obtient un contournement et trois tenues à la salinité de 224 kg/m³, cette salinité doit être considérée comme étant la salinité maximale tenue.

B.2 Détermination de la tension maximale tenue ou de la tension de tenue 50 % à une conductivité de la couche de référence donnée ou à une densité du dépôt de sel de référence donnée

B.2.1 *Tension de tenue maximale*

Une série d'essais doit être effectuée sur des isolateurs dont la couche a une valeur de conductivité ou de densité du dépôt de sel de référence donnée. Chacun des essais doit être effectué à chaque niveau d'une série de tensions, dont chacun aura environ 1,05 fois la valeur du niveau immédiatement inférieur.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Appendix B

Determination of the withstand characteristics of insulators

Sections Two, Three and Four deal with the verification of the specified withstand degree of pollution, at the specified test voltage. In addition, however, the characteristics of an insulator can be determined over a range of voltage, or, in other words, over a range of specific creepage distances of the insulator itself. To do this the maximum withstand degree of pollution is measured at different voltage levels or, in some other cases, the maximum withstand voltage, or the 50 % withstand voltage, at different reference degrees of pollution values. Examples of procedures for such evaluations are described below.

Directions for checking the laboratory equipment for artificial pollution tests, when requested, are given in clause B.3.

B.1 Determination of the maximum withstand salinity at a given test voltage

The insulator shall be subjected to a number of tests at a given test voltage and at different salinities among those listed in clause 7. The test shall be performed according to clause 11.

The tests can be carried out in any sequence providing that:

a) when the total number of flashovers at any salinity reaches two, no further tests shall be carried out at the same or higher salinities;

b) when the total number of withstands reaches three, no further tests shall be carried out at the same or lower salinities.

The preconditioning process (see clause 10) shall be performed on the insulator before the determination of the maximum withstand salinity.

NOTE - When test series of long duration are performed, the insulator may need cleaning, as recommended in 5.2, and subsequently preconditioned whenever the conditions of the insulator require it.

If four withstands are recorded at 224 kg/m³ salinity, the maximum withstand salinity shall be assumed as being equal to or greater than 224 kg/m³. If one flashover and three withstands are recorded at 224 kg/m³ salinity, this salinity shall be considered as the maximum withstand salinity.

B.2 Determination of the maximum withstand voltage, or of the 50 % withstand voltage, at a given reference layer conductivity, or at a given reference salt deposit density

B.2.1 *Maximum withstand voltage*

A series of tests shall be carried out on insulators having a given value of reference layer conductivity or reference salt deposit density. Each test shall be carried out at any one of a number of voltage levels, each of which shall be about 1,05 times the next lowest value.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Chaque essai doit être exécuté conformément à l'article 18.

Ces essais peuvent se succéder dans n'importe quel ordre à condition que:

a) lorsque le nombre total des essais aboutissant à un contournement pour toute tension atteint deux, aucun autre essai ne doit être effectué à des niveaux de tension égaux ou supérieurs;

b) lorsque le nombre total des essais aboutissant à la tenue d'une tension donnée atteint trois, aucun autre essai ne doit être effectué à des niveaux de tension égaux ou inférieurs.

B.2.2 *Tension de tenue 50 %*

L'isolateur doit être soumis à au moins dix essais «utiles» à un degré de pollution de référence donné. L'essai doit être effectué suivant 18.2. La valeur de tension appliquée dans chaque essai doit être variée suivant la procédure de montée et descente. Le palier de tension doit être d'environ 10 % de la tension de tenue 50 % escomptée.

Le premier essai «utile» est choisi comme étant celui qui donne un résultat différent des précédents. Seul cet essai et au moins neuf essais ultérieurs sont pris comme essais utiles pour la détermination de la tension de tenue 50 %. Le calcul de la tension de tenue 50 % doit être effectué avec la formule suivante:

$$U_{50\,\%} = \frac{\Sigma\,(n_i \times U_i)}{N}$$

où:

U_i est un niveau de tension appliquée

n_i est le nombre de groupes d'essais pratiqués au même niveau de tension U_i

N est le nombre d'essais utiles

De plus amples détails sur la méthode de montée et descente et le traitement des résultats sont donnés dans la CEI 60-1.

NOTE - La tension de tenue 50 % est souvent appelée «tension de contournement 50 %».

B.3 Caractéristiques de tenue des isolateurs de suspension de référence

Afin de faciliter la vérification des équipements de laboratoires existants ou nouveaux pour les essais sous pollution artificielle, les gammes des valeurs des caractéristiques de tenue de quelques isolateurs de suspension de référence sont données au tableau B.1. Ces valeurs sont fondées sur les résultats obtenus par un certain nombre de laboratoires situés à moins de 1 000 m au-dessus du niveau de la mer. Elles ont été obtenues conformément aux recommandations données dans la présente norme.

NOTE - Les isolateurs de suspension de référence figurant dans le tableau B.1 ne doivent pas être considérés comme représentatifs de leurs classes respectives. Leur choix n'implique, en lui-même, aucun jugement sur le mérite ni aucune supposition quant à leurs meilleures performances que d'autres types similaires d'isolateurs en essai ou en service.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Each test shall be made in accordance with clause 18.

The tests can be carried out in any sequence provided that:

a) when the total number of flashovers at any voltage reaches two, no further tests shall be carried out at the same or higher voltage levels;

b) when the total number of withstands at any voltage reaches three, no further tests shall be carried out at the same or lower voltage levels.

B.2.2 *50 % withstand voltage*

The insulator shall be subjected to at least ten "useful" tests at a given reference degree of pollution. The test shall be made in accordance with 18.2. The applied voltage level in each test shall be varied according to the up-and-down method. The voltage step shall be about 10 % of the expected 50 % withstand voltage.

The first "useful" test should be selected as being the first one that yields a result different from the preceding ones. Only this test and at least nine of the following tests should be taken as useful tests to be considered to determine the 50 % withstand voltage. The calculation of the 50 % withstand voltage shall be made using the following formula:

$$U_{50\,\%} = \frac{\Sigma\,(n_i \times U_i)}{N}$$

where:

U_i is an applied voltage level

n_i is the number of groups of tests carried out at the same applied voltage level U_i

N is the number of useful tests

More details on the up-and-down method and processing of the relevant results are to be found in IEC 60-1.

NOTE - The 50 % withstand voltage is often referred to as "50 % flashover voltage".

B.3 Withstand values of reference suspension insulators

To facilitate checking of existing or new laboratory equipment for artificial pollution tests, ranges of values for the withstand characteristics of a few reference suspension insulators are given in table B.1. These values, which are based on results from several laboratories, located at less than 1 000 m altitude above sea level, were obtained according to the recommendations given in this standard.

NOTE - The reference suspension insulators given in table B.1 are not to be seen as representative of their respective classes. Their choice does not imply by itself any judgement of merit or any assumption that they might have better performance than other similar types in tests or in operating conditions.

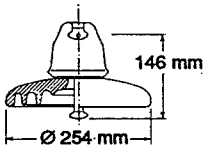
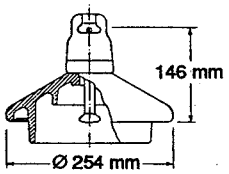
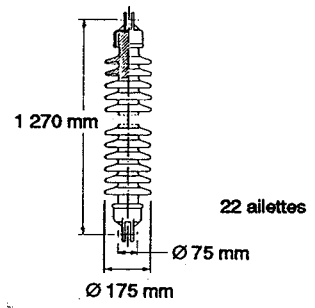
Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Les laboratoires qui commencent à s'initier aux essais sous pollution artificielle, ainsi que ceux qui sont situés à des altitudes supérieures à 1 000 m au-dessus du niveau de la mer et ceux non habitués à utiliser l'une des méthodes mentionnées plus haut, peuvent s'attendre à trouver des variations par rapport aux gammes de valeurs données au tableau B.1.

NOTE - La CEI 60-1 établit qu'on ne doit pas appliquer de corrections pour l'humidité dans les essais sous pollution artificielle et informe que la correction pour la densité de l'air pour de tels essais est à l'étude.

Tableau B.1 – Gammes des valeurs de caractéristiques de tenue d'isolateurs de suspension pris comme référence dans les essais sous pollution artificielle

Chaînes simples en position verticale

Type d'isolateurs et nombre d'éléments par chaîne	Ligne de fuite spécifique	Tension appliquée (valeur efficace)	Méthode du brouillard salin	Méthode de la couche solide[1)]			
				Procédure A		Procédure B	
			Salinité maximale tenue	Conductivité maximale tenue	Densité du dépôt de sel maximale tenue	Densité du dépôt de sel maximale tenue	Conductivité maximale tenue
	mm/kV	kV	kg/m³	µS	mg/cm²	mg/cm²	µS
 9 éléments Longueur totale de la ligne de fuite 2 630 mm	16	95	7-14	7-14	0,02-0,04		
	20	76	20-40	14-28	0,04-0,1		
 9 éléments Longueur totale de la ligne de fuite 3 510 mm	20	101	28-56	14-28	0,04-0,1		
	25	81	80-160	20-40	0,06-0,15		
 1 élément Longueur totale de la ligne de fuite 2 960 mm	20	85	14-28	14-40	0,025-0,08		
	25	68	40-80	28-56	0,06-0,13		

1) Les valeurs de conductivité maximale de la couche et de densité du dépôt de sel maximale pour la procédure A se réfèrent à des essais réalisés en utilisant la composition de la suspension décrite en 13.1. Les valeurs correspondantes à la procédure B sont encore à l'étude.

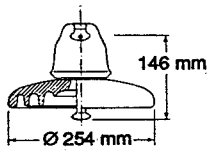
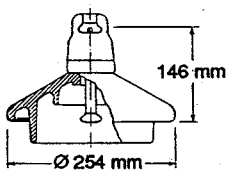
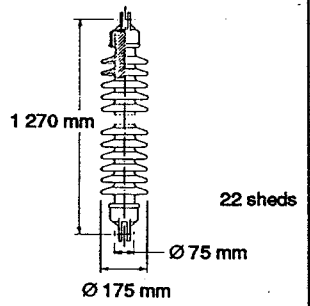
Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Laboratories starting artificial pollution tests or which are located at altitudes higher than 1 000 m above sea level, or which do not commonly use one of the above mentioned test methods, may expect, in the relevant results, some variation from the ranges of values given in table B.1.

NOTE - IEC 60-1 states that no humidity correction shall be applied for artificial pollution tests and informs that air density correction for such tests is under consideration.

Table B.1 - Ranges of values of withstand characteristics of reference suspension insulators in artificial pollution tests

Single strings in vertical arrangement

Insulator type and number of units per string	Specific creepage distance	Applied voltage (r.m.s.)	Salt fog test method	Solid layer methods[1]			
				Procedure A		Procedure B	
			Maximum withstand salinity	Maximum withstand layer conductivity	Maximum withstand salt deposit density	Maximum withstand salt deposit density	Maximum withstand layer conductivity
	mm/kV	kV	kg/m³	µS	mg/cm²	mg/cm²	µS
 9 units Overall creepage distance: 2 630 mm	16	95	7-14	7–14	0,02-0,04		
	20	76	20-40	14–28	0,04-0,1		
 9 units Overall creepage distance: 3 510 mm	20	101	28-56	14–28	0,04-0,1		
	25	81	80-160	20-40	0,06-0,15		
 1 unit Overall creepage distance: 2 960 mm	20	85	14-28	14–40	0,025-0,08		
	25	68	40-80	28–56	0,06-0,13		

[1] The values of maximum withstand layer conductivity and maximum withstand salt deposit density for procedure A refer to tests carried out using the composition of the suspension given in 13.1. Values for procedure B are still under consideration.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Annexe C

Mesure de la conductivité pour contrôler l'uniformité de la couche

Le dispositif de mesure de la conductivité (*K*) de la couche humide sur la surface d'un isolateur comprend une sonde et un instrument de mesure. A titre d'indication, la description d'un tel dispositif est donnée ci-dessous.

– *Sonde* (figure C.1)

Deux électrodes sphériques en acier inoxydable de 5 mm de diamètre et de 14 mm de distance entre centres, dépassant de la sonde, doivent être appliquées manuellement sur la surface de l'isolateur. On obtient une pression constante sur la surface au moyen de ressorts développant une force de 9 N environ.

– *Instrument de mesure* (figure C.2)

Une source de tension stabilisée par une diode Zener de 6,8 V délivre un courant à la surface comprise entre les électrodes. L'instrument de mesure a une déviation pleine échelle de 50 μA et est protégé par une diode en parallèle.

Pour des films minces d'une conductivité de 50 μS la résistance entre les électrodes est estimée à 32,7 kΩ: les valeurs respectives correspondant aux conductivités de 100 μS et 500 μS sont de 16,35 kΩ et 3,27 kΩ. Chacune de ces résistances est couplée à une batterie d'essai insérée en parallèle avec les électrodes. Le bouton de sélection est utilisé pour choisir la déviation pleine échelle correspondant aux gammes respectives de mesures.

La mesure de la conductivité, décrite ci-dessus, doit être effectuée en différents points de la surface de l'isolateur. L'effet de polarisation doit être pris en compte en manipulant momentanément le bouton-poussoir de l'instrument de mesure.

L'uniformité de la couche est jugée acceptable lorsque la différence entre chacune des mesures et leur moyenne, exprimée en pour-cent de la valeur moyenne, ne dépasse pas les limites de ±30 %.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Appendix C

Measurement of layer conductivity for checking the uniformity of the layer

The device for the measurement of the layer conductivity (*K*) of the wet layer on an insulator surface basically consists of a probe and a meter. As an indication a possible arrangement of such a device is described in the following:

– *Probe* (figure C.1)

Two spherical stainless steel electrodes, 5 mm in diameter and having a distance of 14 mm between centres, overhanging from the probe shall be pressed by hand against the insulator surface. A constant surface pressure is obtained by means of a spring mechanism developing a force of about 9 N.

– *Meter* (figure C.2)

A voltage source stabilized by a Zener-diode at 6,8 V supplies the current across the electrodes and the surfaces between them. The measuring instrument with a full scale deflection at 50 μA is protected by a diode in parallel.

For thin films with a layer conductivity of 50 μS, the resistance between the electrodes is assumed to be 32,7 kΩ: the respective values for 100 μS and 500 μS layer conductivity are 16,35 kΩ and 3,27 kΩ. Each of these resistances is combined with a test battery inserted in parallel with the electrodes. The selector switch is used to choose the full scale deflection for the respective measuring ranges.

The above measurement of layer conductivity shall be carried out at different points of the insulator surface. The polarization effect shall be taken into account by a momentary operation of the meter push-button.

The uniformity of the layer is deemed acceptable when the difference between each of the measurements and their average, as a percentage of the average value, does not exceed the limits ±30 %.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

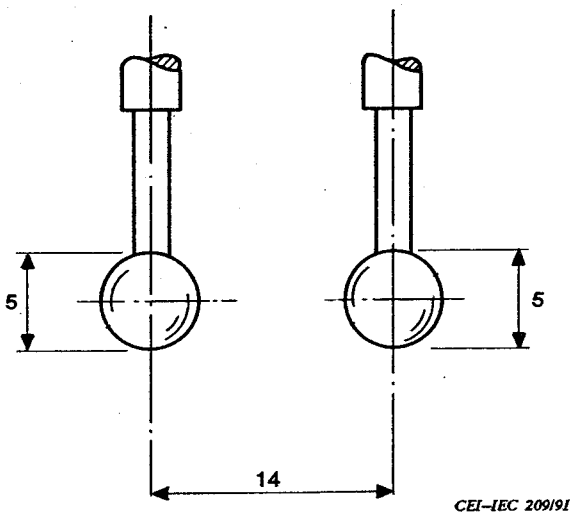
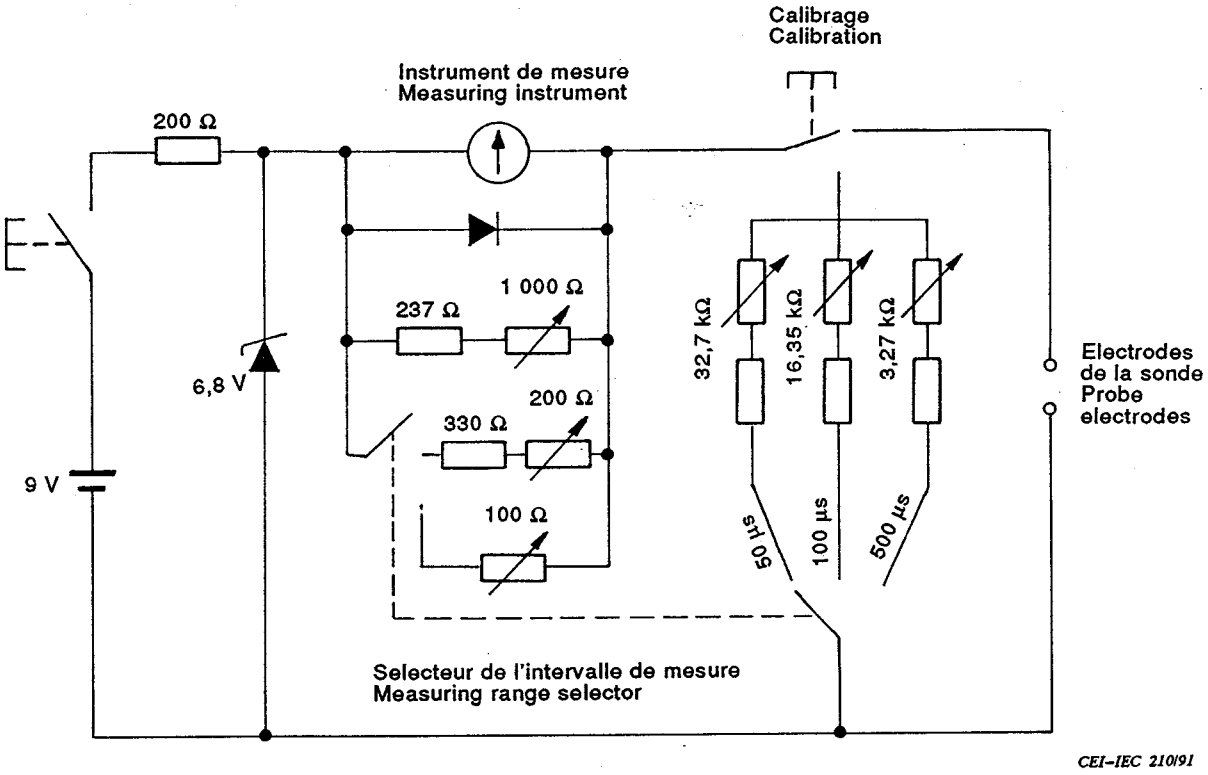


Figure C.1 – Configuration des électrodes de la sonde (toutes les dimensions en mm)

Arrangement of the probe electrodes (all dimensions in mm)

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS

Not for Resale



Instrument de mesure
Charge nominale 50 µA
Résistance interne 1,5 kΩ

Meauring instrument
Charging rate 50 µA
Internal resistance 1,5 kΩ

Figure C.2 – Schéma de l'appareil de mesure

Circuit diagram of the meter

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

Annexe D

Recommandations supplémentaires sur les procédures des méthodes de la couche solide

Les recommandations supplémentaires données ci-dessous donnent une description plus approfondie des méthodes de la couche solide en fournissant les critères de contrôles supplémentaires à effectuer pendant les essais et permettant aux utilisateurs qui ne seraient pas suffisamment expérimentés dans ce domaine d'éviter d'éventuelles imprécisions.

Les articles D.1 et D.2 sont d'ordre général tandis que les articles D.3 à D.6 se rapportent principalement à la procédure B des méthodes de la couche solide.

D.1 Technique de contamination

Si l'on utilise la technique de pulvérisation ou de «flow-on» (trempage), il est possible de réaliser l'opération sur l'isolateur placé dans la chambre en position d'essai. Si l'on utilise la technique d'immersion, l'isolateur doit être contaminé avant son installation dans la chambre d'essai. Si l'isolateur est constitué de plusieurs éléments en série, chaque élément doit être immergé séparément, en maintenant son axe vertical pendant la durée d'égouttage de la pollution jusqu'au séchage complet de la couche.

Après l'opération de contamination, si l'on observe une couche marbrée sur l'isolateur, sa surface doit être lavée et nettoyée à nouveau conformément à 5.2. Il faut ensuite réaliser une ou plusieurs autres tentatives de contamination, suivies à chaque fois du lavage approprié, jusqu'à l'obtention d'une couche continue sur l'isolateur. Les essais peuvent alors commencer. L'expérience a montré qu'il suffit, en général, de répéter plusieurs fois les opérations pour obtenir une surface prête à être contaminée de façon satisfaisante, sans préconditionnement nécessaire.

D.2 Séchage de la couche de pollution

Un séchage naturel de la couche de pollution sur l'isolateur peut suffire, à condition qu'il dure assez longtemps (6 h à 8 h) en maintenant une humidité relative inférieure à 70 % autour de l'isolateur. Des valeurs d'humidité inférieures à ce niveau permettent des durées de séchage plus courtes.

Si l'on utilise de l'air chaud pour accélérer le séchage de la couche, cette méthode ne doit pas créer le dépôt d'un matériau qui affecte soit l'humidification de la surface de l'isolateur, soit le degré de pollution. Par exemple, certaines flammes de combustion peuvent générer des substances huileuses susceptibles d'inhiber l'humidification de la surface des isolateurs.

Enfin, le débit d'air chaud doit être contrôlé pour éviter de retirer une partie de la couche de la surface de l'isolateur.

D.3 Vérification de l'humidification par le brouillard

Dans certains cas de très basse ou très haute température extérieure, surtout pour une chambre d'essai à faible isolement thermique, de grande altitude ou en présence de turbulences dans la chambre d'essai, une vérification directe de l'humidification de l'isolateur en essai par le brouillard peut être requise.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Appendix D

Additional recommendations concerning the solid layer method procedures

The additional recommendations given below go more deeply into the practices of the solid layer methods, providing criteria for auxiliary controls during the tests and preventing users not yet sufficiently expert in this field from possible inaccuracies.

Clauses D.1 and D.2 are general, while the remaining clauses D.3 to D.6 mainly refer to procedure B of the solid layer methods.

D.1 Contamination practice

When the spraying or "flow-on" practice is used, the operation can be performed on the insulator placed in the chamber in its test position. When the dipping practice is used, the insulator shall be contaminated before its erection in the test chamber. If the insulator consists of several units in series, each of them shall be dipped separately and then be kept with its axis vertical for the duration of dripping of the contaminant and until the layer is completely dry.

If, after the contaminating operation, a blotched layer is observed on the insulator, its surface shall be washed and cleaned again according to 5.2. Then one or more trial contaminations are performed, each followed by the relevant washing, until a continuous layer is obtained on the insulator. The tests may then be started. Experience has shown that, in general, it suffices to repeat the operation several times in order to have the insulator surface ready to be contaminated in a satisfactory way, without using any preconditioning process.

D.2 Drying of the pollution layer

Natural drying of the pollution layer on the insulator may be sufficient, provided that it lasts long enough (6 h - 8 h) while the relative humidity around the insulator is kept not higher than 70 %. Humidity values lower than this level allow shorter drying times.

If hot air is used to accelerate the drying of the layer, the method for producing hot air shall not result in the deposition of material which affects either the wetting of the insulator surface or the degree of pollution. For instance, some flame combustion may generate oil substances which may inhibit the wetting of the insulator surfaces.

Finally the speed of the hot air flow is to be controlled, in order to prevent the removal of any content of the layer from the insulator surface.

D.3 Check of the wetting action of the fog

In cases of very low or high outdoor temperature, especially with poor thermal insulation of the chamber, high altitude, or the presence of turbulence in the chamber, a direct check of the wetting action of the fog on the test insulator may be required.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Dans ce but, un isolateur témoin, constitué d'une chaîne d'au moins deux éléments standards du type à capot et tige (tableau B.1) contaminés à la valeur de DDS de 0,07 mg/cm², est placé, sans être mis sous tension, dans la chambre d'essai à la place de l'isolateur à essayer, à la même hauteur moyenne au-dessus du sol. La production de brouillard s'effectuant comme pour un essai réel, on mesure le courant circulant à travers la couche humide de l'isolateur témoin selon la procédure indiquée en 16.1. L'augmentation de la conductance de la couche avec le temps doit être surveillée et comparée à la courbe de référence donnée sur la figure D.1. On procédera, si nécessaire, à un réajustement du débit de brouillard pour que la courbe mesurée soit conforme à la courbe de référence.

D.4 Admission de brouillard dans la chambre d'essai

Le brouillard doit être produit par de la vapeur d'eau bouillante dans des cuves ouvertes ou par de la vapeur produite à faible vitesse par des pulvérisateurs de gros diamètre. L'admission de brouillard dans la chambre d'essai ne sera permise qu'après avoir atteint un régime permanent. De ce fait, lorsque le brouillard est produit par des cuves, celles-ci doivent être couvertes jusqu'à ce que l'eau contenue atteigne le point d'ébullition.

L'isolateur doit être positionné de telle manière que le brouillard qui l'entoure soit aussi uniforme que possible.

A la fin de l'essai, l'élévation de température de la chambre d'essai mesurée à la hauteur de l'objet, ne doit pas dépasser 15 K.

D.5 Durée minimale de l'essai de tenue

L'évaluation directe du temps minimal que doit durer un essai pour pouvoir être considéré comme un essai de tenue peut donner, dans certains cas, des durées plus brèves que celles qui sont prescrites en 18.2. Pour cela, une mesure des valeurs de crête du courant de fuite sur l'isolateur soumis à la tension doit être effectuée pendant l'essai. Après obtention de la valeur crête maximale, le courant de fuite diminue, par suite du lavage de la couche qui s'effectue après l'humidification. Lorsque les valeurs de crête de courant ont diminué d'une manière stable jusqu'à une valeur inférieure à 70 % de la valeur maximale de crête enregistrée, la tenue de l'isolateur est considérée comme définitive et l'essai peut être arrêté.

D.6 Evaluation de la densité du dépôt de sel de référence (*DDS*)

La couche de pollution doit être complètement enlevée de la zone de la surface choisie de l'isolateur. Dans ce but, il faut essuyer cette zone au moins trois fois de suite.

A titre d'indication, on peut dissoudre le dépôt recueilli dans un volume correspondant de 2-4 litres d'eau déminéralisée par mètre carré de surface nettoyée. L'efficacité de l'opération d'enlèvement peut être vérifiée par des mesures successives du dépôt restant.

Pour chaque technique de contamination, il y a une différence entre les valeurs de *DDS* mesurées, séparément, sur les surfaces supérieures et inférieures de l'isolateur. Cette différence est due à la fois à la forme de l'isolateur et à la suspension contaminante utilisée (voir article 13). On recommande de vérifier que le rapport entre chaque mesure locale de *DDS* et la valeur de *DDS* pour la surface totale de l'isolateur se situe dans l'intervalle de 0,7 - 1,3.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

To this effect, a dummy insulator consisting of a string of at least two units of the standard cap and pin type of table B.1 contaminated at the *SDD* value equal to 0,07 mg/cm² shall be put unenergized in the test chamber, in place of the test insulator, at the same average height from the floor. While the fog generator is working as in a real test, the current flowing through the wet layer of the dummy insulator is measured according to the procedure given in 16.1. The increase of the layer conductance in time shall be monitored and compared with the reference curve given in figure D.1. If necessary, a re-adjustment of the fog input rate shall be carried out to ensure that the measured curve matches the reference one.

D.4 Fog input in the test chamber

The fog shall be produced by steam generated by boiling water in open tanks or by steam admitted at low velocity through large diameter spray nozzles. The fog input in the test chamber shall be allowed only after the steam generation has reached its steady rate. Therefore, when the steam is produced by tanks, they shall be kept covered until the water inside reaches boiling point.

The insulator shall be positioned so that the visible fog surrounds it as uniformly as possible.

The temperature rise in the test chamber, measured at the height of the test object, shall not exceed 15 K by the end of the test.

D.5 Minimum duration of the withstand test

A direct evaluation of the minimum time a test shall last to be considered as a withstand test, can lead in some cases to times shorter than prescribed in 18.2. To this effect, measurements of the peaks of the surge current on the energized test insulator shall be performed during the test. After the maximum peak is reached, the surge current diminishes owing to the washing of the layer in progress after its wetting. When the current peaks have decreased to values permanently lower than 70 % of the maximum peak recorded, the withstand of the insulator is definitive and the test can be stopped.

D.6 Evaluation of the reference salt deposit density (*SDD*)

The pollution layer shall be removed completely from the chosen area of the insulator. To this effect the area shall be wiped at least three consecutive times.

As an indication, 2-4 litres of demineralized water per square metre of the cleaned surface can be used for dissolving the collected deposit. The effectiveness of the removal operation can be checked by making successive measurements of the residual deposit.

Every contaminating practice leads to some difference in the *SDD* values measured separately, on the upper and lower surfaces of the insulator. This difference is affected both by the insulator shape and the type of the contaminating suspension (see clause 13). It is suggested that the ratio between a local measurement of *SDD* and that on the whole area of the insulator be checked as lying in the range 0,7-1,3.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

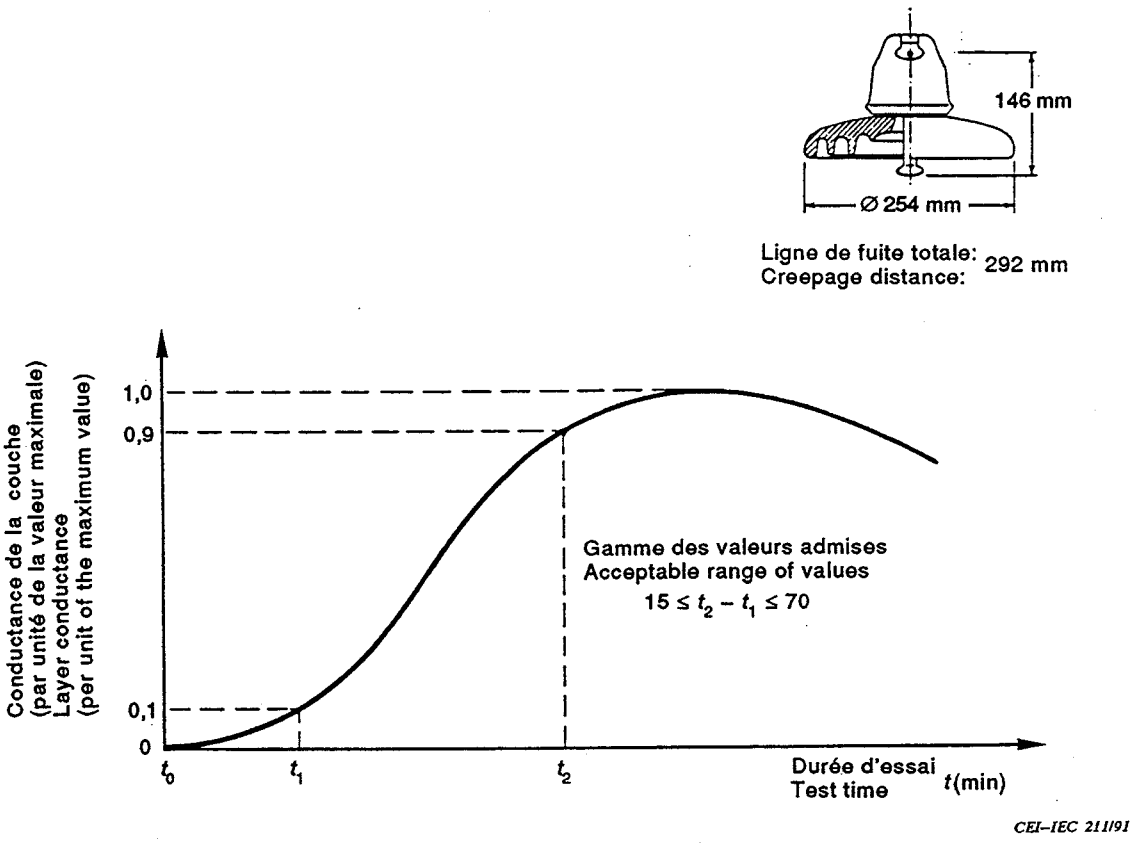


Figure D1 – Contrôle de l'humidification par le brouillard à base de vapeur: enregistrement de la conductance de la couche pendant l'essai sur l'isolateur témoin (type standard du tableau B.1)

Control of the wetting action of the steam fog: layer conductance recording during the test on the chosen dummy insulator (standard type of Table B.1)

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS

Not for Resale

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

ICS 29.080.10

Typeset and printed by the IEC Central Office
GENEVA, SWITZERLAND

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS

Not for Resale