

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

RAPPORT DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC REPORT

Publication 507

Première édition - First edition

1975

**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**



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

Révision de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la Commission afin d'assurer qu'il reflète bien l'état actuel de la technique.

Les renseignements relatifs à ce travail de révision, à l'établissement des éditions révisées et aux mises à jour peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et en consultant les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Rapport d'activité de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement

Terminologie utilisée dans la présente publication

Seuls sont définis ici les termes spéciaux se rapportant à la présente publication.

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la Publication 50 de la CEI: Vocabulaire Electrotechnique International (V.E.I.), qui est établie sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini, l'Index général étant publié séparément. Des détails complets sur le V.E.I. peuvent être obtenus sur demande.

Symboles graphiques et littéraux

Seuls les symboles graphiques et littéraux spéciaux sont inclus dans la présente publication.

Le recueil complet des symboles graphiques approuvés par la CEI fait l'objet de la Publication 117 de la CEI.

Les symboles littéraux et autres signes approuvés par la CEI font l'objet de la Publication 27 de la CEI.

Autres publications de la CEI établies par le même Comité d'Etudes

L'attention du lecteur est attirée sur la page 3 de la couverture, qui énumère les autres publications de la CEI préparées par le Comité d'Etudes qui a établi la présente publication.

Revision of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

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

- **IEC Bulletin**
- **Report on IEC Activities**
Published yearly
- **Catalogue of IEC Publications**
Published yearly

Terminology used in this publication

Only special terms required for the purpose of this publication are defined herein.

For general terminology, readers are referred to IEC Publication 50: International Electrotechnical Vocabulary (I.E.V.), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field, the General Index being published as a separate booklet. Full details of the I.E.V. will be supplied on request.

Graphical and letter symbols

Only special graphical and letter symbols are included in this publication.

The complete series of graphical symbols approved by the IEC is given in IEC Publication 117.

Letter symbols and other signs approved by the IEC are contained in IEC Publication 27.

Other IEC publications prepared by the same Technical Committee

The attention of readers is drawn to the inside of the back cover, which lists other IEC publications issued by the Technical Committee which has prepared the present publication.

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

RAPPORT DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC REPORT

Publication 507

Première édition - First edition

1975

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



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
Articles	
SECTION UN — INTRODUCTION	
1. Objet	8
2. Généralités	8
SECTION DEUX — ESSAIS	
3. Domaine d'application	10
4. Disposition de l'isolateur en vue de l'essai	10
5. Tension d'essai	10
SECTION TROIS — MÉTHODE DU BROUILLARD SALIN	
6. Définitions	12
7. Solution saline	12
8. Système de pulvérisation	16
9. Modalités d'essai	16
10. Préconditionnement de l'isolateur	18
11. Essai de tenue	18
SECTION QUATRE — MÉTHODE DE LA COUCHE SOLIDE	
12. Définitions	18
13. Nettoyage	18
14. Application de la couche de pollution	18
14.1 Mélange à utiliser pour le procédé a)	20
14.2 Mélange à utiliser pour le procédé b)	20
15. Humidification de la couche de pollution	22
16. Mesure de la conductance de la couche	22
17. Détermination de la conductivité de la couche	24
18. Modalités d'essai	24
18.1 Procédé a)	24
18.2 Procédé b)	24
19. Essai de tenue	24
SECTION CINQ — CARACTÉRISTIQUES DE TENUE DES ISOLATEURS	
20. Détermination des caractéristiques de tenue des isolateurs	26
20.1 Détermination de la salinité maximale tenue à une tension donnée	26
20.2 Détermination de la tension maximale tenue à une conductivité de référence donnée de la couche	26
21. Caractéristiques de tenue d'isolateurs de suspension pris comme référence	30
SECTION SIX — LOIS DE COMPORTEMENT DES ISOLATEURS	
22. Lois de comportement	30
SECTION SEPT — REMARQUES TECHNIQUES	
23. Source de tension d'essai pour les essais sous pollution artificielle	30
24. Méthode de preconditionnement	32
25. Caractéristiques de la pollution d'un isolateur	32
26. Accessoires et contraintes capacitatives	32
FIGURES	34

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
SECTION ONE — INTRODUCTION	
1. Object	9
2. General	9
SECTION TWO — TESTS	
3. Scope	11
4. Arrangement of insulator for test	11
5. Test voltage	11
SECTION THREE — SALT-FOG METHOD	
6. Definitions	13
7. Salt solution	13
8. Spraying system	17
9. Test procedures	17
10. Preconditioning process	19
11. Withstand test	19
SECTION FOUR — SOLID-LAYER METHOD	
12. Definitions	19
13. Cleaning	19
14. Application of the pollution layer	19
14.1 Composition to be used with procedure a)	21
14.2 Composition to be used with procedure b)	21
15. Wetting of the pollution layer	23
16. Measurement of the layer conductance	23
17. Determination of the layer conductivity	25
18. Test procedures	25
18.1 Procedure a)	25
18.2 Procedure b)	25
19. Withstand test	25
SECTION FIVE — WITHSTAND CHARACTERISTICS OF INSULATORS	
20. Determination of withstand characteristics of insulators	27
20.1 Determination of the maximum withstand salinity at a given applied voltage	27
20.2 Determination of the maximum withstand voltage at a given reference layer conductivity	27
21. Withstand characteristics of reference suspension insulators	31
SECTION SIX — LAWS OF BEHAVIOUR OF INSULATORS	
22. Laws of behaviour	31
SECTION SEVEN — TECHNICAL REMARKS	
23. Test voltage source for artificial pollution tests	31
24. Preconditioning process	33
25. Insulator pollution characteristics	33
26. Fittings and capacitive stress control	33
FIGURES	34

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

PRÉAMBULE

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

PRÉFACE

Le présent rapport a été établi par le Comité d'Etudes N° 36 de la CEI: Isolateurs.

Un premier projet fut discuté lors de la réunion tenue à Téhéran en 1969. A la suite de cette réunion, le projet, document 36(Bureau Central)43, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en février 1971.

Trois votes négatifs ayant été formulés, un projet de modifications, document 36(Bureau Central)52, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Procédure des Deux Mois en novembre 1972.

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

Afrique du Sud (République d')
Allemagne
Australie
Corée (République démocratique populaire de)
Etats-Unis d'Amérique
Finlande
France
Iran
Israël

Italie
Norvège
Pologne
Portugal
Roumanie
Royaume-Uni
Suisse
Tchécoslovaquie
Turquie

Le Comité national danois a émis un vote négatif parce qu'il estime que le rapport ne comprend pas d'informations suffisantes pour permettre à l'utilisateur:

- de choisir la méthode d'essai la plus appropriée pour une certaine condition de service;
- d'évaluer le comportement de l'isolateur en s'appuyant sur les résultats des essais.

Le Comité national de l'U.R.S.S. a émis un vote négatif parce qu'il estime qu'un certain nombre de méthodes pratiques d'essai, proposées dans ce rapport, conduisent à des résultats essentiellement différents. Pour l'instant, selon l'opinion du Comité national de l'U.R.S.S., le rapport devrait indiquer seulement les méthodes générales pour effectuer les essais et pour contrôler les paramètres fondamentaux des modalités d'essai.

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.

PREFACE

This report has been prepared by IEC Technical Committee No. 36, Insulators.

A first draft was discussed at the meeting held in Tehran in 1969. As a result of this meeting, the draft, document 36(Central Office)43, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in February 1971.

Since three votes were received against publication, an amendment draft, document 36(Central Office)52, was submitted to the National Committees for approval under the Two Months' Procedure in Novembre 1972.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	Norway
Czechoslovakia	Poland
Finland	Portugal
France	Romania
Germany	South Africa (Republic of)
Iran	Switzerland
Israel	Turkey
Italy	United Kingdom
Korea (Democratic People's Republic of)	United States of America

The Danish National Committee cast a negative vote because it considered that the report does not include sufficient information to enable the user to:

- select the most appropriate test method for a given service condition;
- evaluate the performance of the insulator on the basis of the test results.

The U.S.S.R. National Committee cast a negative vote because it felt that a number of the practical test methods proposed in the present report lead to essentially different results. At the present time, in the opinion of the U.S.S.R. National Committee, the report should give only the general methods for carrying out the tests and for controlling the main parameters in the test procedures.

On désire ici attirer l'attention des laboratoires qui utiliseront les méthodes d'essais présentées dans le présent rapport sur le fait qu'il est important de poursuivre de nouvelles études sur certains points, dont on donne ci-après une liste non limitative:

- effet des caractéristiques de la source de la tension d'essai (courant de court-circuit, rapport résistance/réactance) sur les résultats des essais sous pollution artificielle (article 5);
- effet de l'uniformité de la couche sur les résultats obtenus par les méthodes de la couche solide; opportunité de spécifier des tolérances pour la vérification de l'uniformité, et possibilité de normaliser les techniques de mesure pour contrôler cette uniformité (article 14, note 1);
- effet de l'emploi d'autres méthodes d'application de la couche solide sur la surface de l'isolateur (article 14, note 2), par exemple le procédé de pollution liquide prédéposée;
- opportunité de spécifier, pour les suspensions polluantes utilisées avec les méthodes de la couche solide, des compositions caractérisées par des matériaux bien définis du point de vue physique et chimique (paragraphes 14.1 et 14.2);
- effet de la méthode d'humidification sur les résultats des essais effectués suivant le procédé a) (article 15, notes 1 et 2);
- détérioration de la couche solide au cours d'un essai, et possibilité d'utiliser la même couche pour plusieurs essais consécutifs (paragraphes 18.1 et 20.2);
- effet de la vitesse de montée de la tension appliquée quand on utilise les méthodes de la couche solide (paragraphes 18.1 et 18.2).

Un questionnaire sera diffusé deux ans après la publication du présent rapport pour évaluer les résultats obtenus dans l'application des méthodes d'essais indiquées dans le rapport et pour permettre au Comité d'Etudes N° 36 de décider de l'avenir de la publication.

Withdrawn

Attention of the laboratories which will utilize the test methods given in this report is drawn to the importance of carrying out further investigation on some points, which are partially listed here:

- effect of the test voltage source characteristics (short-circuit current, ratio resistance/reactance) on the results of artificial pollution tests (Clause 5);
- effect of the uniformity of the layer on the results obtained with the solid-layer methods; it is opportune to specify tolerances within which the uniformity shall be verified and it is possible to standardize measuring techniques to check this uniformity (Clause 14, Note 1);
- effect of using other procedures for applying the solid pollution layer on the insulator surface (Clause 14, Note 2), for instance the flow coating procedures;
- it is opportune to specify, for the polluting suspensions used with the solid-layer methods, compositions characterized by physically and chemically well-defined materials (Sub-clauses 14.1 and 14.2);
- effect of the wetting method on the results of tests performed with procedure a) (Clause 15, Notes 1 and 2);
- deterioration of the solid layer during a test and possibility of using the same layer during successive tests (Sub-clauses 18.1 and 20.2);
- effect of the rate-of-rise of the applied voltage when using the solid-layer test procedures (Sub-clauses 18.1 and 18.2).

A questionnaire will be circulated two years after publication of this report for the evaluation of the results achieved by applying the test method given in the report, in order to enable Technical Committee No. 36 to decide on the future of the publication.

Withdrawn

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

SECTION UN — INTRODUCTION

1. Objet

Le comportement des isolateurs sous pollution est très souvent le facteur décisif pour déterminer le type d'isolateurs à utiliser et ses dimensions.

Ce rapport présente des propositions concernant des essais sous pollution artificielle applicables aux isolateurs pour lignes aériennes, aux isolateurs pour sous-stations ainsi qu'aux traversées. L'objet du rapport est de diffuser les détails de quelques méthodes fondamentales d'essais pour recueillir plus d'expérience afin de vérifier si ces essais ou quelques-uns d'entre eux sont aptes à être inclus comme essais de type dans d'éventuelles futures publications.

2. Généralités

Les méthodes d'application de la pollution qui ont été mises au point à travers le monde peuvent être classées dans deux grandes catégories : l'une consiste à placer l'isolateur dans un environnement spécifié, et l'autre consiste à essayer de créer sur l'isolateur une couche assez uniforme de pollution solide ayant une conductivité définie.

Il est possible de proposer des essais pour chacune de ces deux catégories.

Les seules méthodes d'essais acceptables pour une normalisation sont celles qui prévoient que la tension est maintenue constante pendant au moins quelques minutes. D'autres méthodes qui prévoient que la tension est augmentée graduellement jusqu'au contournement ne sont pas proposées pour une normalisation mais peuvent être utilisées dans des cas spéciaux.

L'action simulée d'un autonettoyage par la pluie pourrait être ajoutée comme modification à chacune des techniques d'essais, mais il est considéré que cette technique ne devrait pas être incluse dans ces propositions, dans l'attente d'autres informations.

2.1 Pour la première catégorie des méthodes d'application de la pollution, l'essai sous brouillard salin est proposé. Pour cet essai, l'isolateur, soumis à la tension de service, est placé dans un brouillard salin dont le taux de salinité définit la sévérité de l'essai.

Pour la seconde catégorie, il existe plusieurs variantes possibles, mais, dans tous les cas, la couche de pollution est appliquée avant l'essai, par exemple par trempage ou par pulvérisation. La couche de pollution peut soit garder l'humidité, soit être humidifiée par un brouillard ou de l'eau pulvérisée; la conductivité de la couche détermine la sévérité de l'essai. Deux variantes fondamentales sont proposées dans cette catégorie, l'une utilisant une couche séchée puis humidifiée avec un brouillard non polluant, l'autre utilisant une couche contenant de l'eau. D'autres variantes sont aussi considérées, mais avec moins de détails.

2.2 L'importance des différences entre les deux catégories d'essais sous pollution artificielle et la mesure dans laquelle ces essais sont capables de reproduire les phénomènes effectivement rencontrés en service seront déterminées par comparaison avec des résultats d'essais sous pollution naturelle.

La validité de chacune des deux catégories d'essais sous pollution artificielle est encore en cours d'examen. Une certaine corrélation a déjà été démontrée, en particulier entre le comportement des isolateurs utilisés dans un milieu de pollution naturelle en bord de mer et celui des isolateurs essayés sous pollution artificielle avec brouillard salin.

Il y a des différences de conception, et peut-être même de validité, entre les deux catégories d'essais. Bien qu'il soit souhaitable d'arriver à un seul essai pour tous les cas ordinaires de pollution, on ne peut savoir si cela sera possible car, pour l'instant, on dispose encore de données insuffisantes.

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

SECTION ONE — INTRODUCTION

1. Object

The performance of insulators in pollution is in many cases the limiting factor in determining the size and type of insulators which should be used.

This report presents proposals for artificial pollution tests applicable to overhead-line insulators, sub-station insulators and bushings. The object of the report is to disseminate the details of some basic test procedures so that more experience can be accumulated to indicate whether these tests or some of them are suitable for inclusion as type tests into possible future publications.

2. General

The methods of application of pollution which have been developed throughout the world can be classified in two broad categories: one in which the insulator is subjected to a defined ambient condition, and the other in which the aim is to produce a fairly uniform layer of solid pollution of defined conductivity over the insulator surface.

It is possible to propose tests in each of these two categories.

Only those methods of tests in which the voltage is held constant for a period of time lasting at least several minutes are considered suitable for standardization. Other methods in which the voltage is raised gradually to flashover are not proposed for standardization but may be used for special purposes.

The simulation of rain washing might be added to modify any of the test techniques, but it is considered that it should not be included into these proposals, pending further information.

2.1 In the first category of methods of application of pollution, the salt-fog test is proposed. In this test, the insulator, energized at working voltage, is subjected to a salt-water fog, the salinity of which defines the severity of the test.

In the second category, there are a number of variants in all of which the pollution layer is applied before the test, for example by dipping or spraying. The pollution layer may either retain moisture or be wetted by fog or water spray, the conductivity of the layer defining the severity of the test. Two main variants of tests are proposed in this category, one using a dried layer wetted by clean fog, and the other using a water-containing layer. Other variants are also considered, but less details are given.

2.2 The importance of the differences between the two categories of artificial pollution tests and the extent to which the tests are successful in reproducing the phenomena actually encountered in service will be determined from natural pollution test data.

The validity of both categories of artificial pollution tests is still being investigated. A certain degree of correlation has already been shown, particularly between the performance of insulators in natural coastal pollution and in the salt-fog artificial pollution test.

There are differences in concept and possibly in validity between the two categories of tests. Although it would be desirable to arrive at a single test for all common types of pollution, the information available at the moment is inadequate to decide whether or not this will be possible.

2.3 Les essais sous pollution artificielle impliquent l'usage d'équipements onéreux et sont relativement longs. La source de tension pour ces essais doit avoir un courant nominal supérieur à celui qui est demandé pour d'autres types d'essais sur les isolateurs. L'essai sous brouillard salin nécessite l'emploi d'une salle résistante à la corrosion, de gicleurs de pulvérisation et d'un équipement mélangeant l'eau salée.

L'essai avec couche de pollution solide à humidification séparée exige une salle de pulvérisation ainsi qu'un équipement et une enceinte d'humidification. L'essai avec couche de pollution solide sans humidification supplémentaire nécessite le même équipement de pulvérisation plus une salle à humidité contrôlée. Pour l'essai sous brouillard salin, le temps de préparation est court, mais la durée de l'essai est longue; pour les autres types d'essais, le temps de préparation est long mais la durée de l'essai est plus courte.

SECTION DEUX — ESSAIS

3. Domaine d'application

Ces essais sont applicables aux isolateurs en céramique ou en verre, sans traitements de surface (par exemple graissage), ayant une tension nominale supérieure à 1 kV, utilisés à l'extérieur et exposés à des atmosphères polluées.

Notes 1. — Ces essais ne s'appliquent pour l'instant qu'à des isolateurs destinés à des réseaux dont la tension la plus élevée n'excède pas 765 kV. Si l'on désire utiliser ces méthodes d'essais pour des réseaux de tensions supérieures, une expérimentation complémentaire devient nécessaire.

2. — Pour l'instant, ces essais ne s'appliquent qu'aux tensions alternatives et sont destinés à vérifier le comportement des isolateurs dans les conditions normales de service. Des essais sous des tensions continues, des chocs de manœuvres et des surtensions de courte durée pourront être considérés dans l'avenir.

Deux méthodes d'essais de pollution artificielle sont proposées; la méthode du brouillard salin et celle de la couche de pollution solide.

4. Disposition de l'isolateur en vue de l'essai

L'isolateur complet, avec les accessoires métalliques qui lui sont associés de façon immuable, sera placé dans la chambre d'essai, en position verticale. Cette position est celle qui donne les résultats les plus faibles et qui convient à la comparaison des différents types d'isolateur. Des essais dans d'autres positions (inclinée, horizontale) reproduisant des conditions réelles de service seront effectués sur demande spéciale. Lorsqu'on aura affaire à des isolateurs pour lesquels il existe des raisons particulières de ne pas les essayer en position verticale, on ne devra prendre en considération que la position de service.

Dans le cas d'un essai avec la méthode du brouillard salin, la distance minimale entre tout point de l'isolateur et tout objet relié à la terre, mis à part les jets et la structure qui supporte l'isolateur, ne devra pas être inférieure à 0,5 m par 100 kV de tension d'essai et, en tout cas, jamais inférieure à 2 m.

En ce qui concerne la méthode utilisant une couche de pollution solide, la distance minimale entre tout point de l'isolateur et tout objet relié à la terre, mis à part la structure qui supporte l'isolateur, ne devra pas être inférieure à 0,5 m par 100 kV de tension d'essai.

5. Tension d'essai

Pendant toute la durée de l'essai, l'isolateur sera continuellement soumis à la tension d'essai spécifiée qui correspond en général à la tension ligne-terre la plus élevée du réseau sur lequel l'isolateur est appelé à être utilisé.

La fréquence sera comprise entre 48 Hz et 62 Hz.

Le courant minimal de court-circuit de la station d'essai à la tension d'essai dépend du rapport résistance/réactance (R/X) de la source de la tension d'essai. Le tableau I donne les limites du courant de court-circuit de la station d'essai (I_{cc}) qui sont recommandées pour les différentes valeurs du rapport R/X .