

RAPPORT
TECHNIQUE – TYPE 2
TECHNICAL
REPORT – TYPE 2

CEI
IEC
1245

Première édition
First edition
1993-10

**Essais de pollution artificielle sur
isolateurs haute tension destinés
aux réseaux à courant continu**

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

Without Charge

© CEI 1993 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 Varembe Genève, Suisse



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

V

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
INTRODUCTION	8
Articles	
Section 1: Généralités	
1.1 Domaine d'application	12
1.2 Références normatives	12
1.3 Définitions	12
Section 2: Prescriptions générales pour les essais	
2.1 Méthodes d'essai	16
2.2 Préparation de l'isolateur pour l'essai	18
2.3 Prescriptions concernant le circuit d'essai	20
Section 3: Méthode du brouillard salin	
3.1 Solution saline	22
3.2 Système de pulvérisation	24
3.3 Conditions avant de commencer l'essai	26
3.4 Préconditionnement	28
3.5 Essai de tenue	28
3.6 Critères d'acceptation de l'essai de tenue	30
Section 4: Méthode de la couche solide	
4.1 Composition de la suspension contaminante	30
4.2 Caractéristiques principales des matériaux inertes	32
4.3 Application de la couche de pollution	32
4.4 Détermination du degré de pollution de l'isolateur en essai	34
4.5 Procédure d'essai	36
4.6 Essai de tenue et critères d'acceptation	38
Section 5: Caractéristique de tenue des isolateurs	
5.1 Détermination des caractéristiques de tenue des isolateurs	38
Figures	44
Annexes	
A Méthode pour vérifier l'uniformité de la couche	48
B Recommandations supplémentaires concernant la procédure de la couche solide	52
C Informations pour la vérification des installations pour les essais de pollution artificielle ..	58

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
INTRODUCTION	9
Clause	
Section 1: General	
1.1 Scope	13
1.2 Normative references	13
1.3 Definitions	13
Section 2: General test requirements	
2.1 Test methods	17
2.2 Arrangement of the insulator for the test	19
2.3 Requirements for the test circuit	21
Section 3: Salt fog method	
3.1 Salt solution	23
3.2 Spraying system	25
3.3 Conditions before starting the test	27
3.4 Preconditioning process	29
3.5 Withstand test	29
3.6 Acceptance criteria for the withstand test	31
Section 4: Solid layer method	
4.1 Composition of the contaminating suspension	31
4.2 Main characteristics of the inert material	33
4.3 Application of the pollution layer	33
4.4 Determination of the degree of pollution of the tested insulator	35
4.5 Test procedure	37
4.6 Withstand test and acceptance criteria	39
Section 5: Withstand characteristic of insulators	
5.1 Determination of the withstand characteristics of insulators	39
Figures	44
Annexes	
A Method for checking the uniformity of the layer	49
B Additional recommendations concerning the solid layer method procedures	53
C Informations to check equipment for artificial pollution tests	59

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ESSAIS DE POLLUTION ARTIFICIELLE SUR ISOLATEURS HAUTE TENSION DESTINÉS AUX RÉSEAUX À COURANT CONTINU

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par les comités d'études 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.
- 3) Ces décisions constituent des recommandations internationales publiées sous forme de normes, de rapports techniques ou de guides et agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

La tâche principale des comités d'études de la CEI est d'élaborer des Normes internationales. Exceptionnellement, un comité d'études peut proposer la publication d'un rapport technique de l'un des types suivants:

- type 1, lorsque, en dépit de maints efforts, l'accord requis ne peut être réalisé en faveur de la publication d'une Norme internationale;
- type 2, lorsque le sujet en question est encore en cours de développement technique ou lorsque, pour une raison quelconque, la possibilité d'un accord pour la publication d'une Norme internationale peut être envisagée pour l'avenir mais pas dans l'immédiat;
- type 3, lorsqu'un comité d'études a réuni des données de nature différente de celles qui sont normalement publiées comme Normes internationales, cela pouvant comprendre, par exemple, des informations sur l'état de la technique.

Les rapports techniques de types 1 et 2 font l'objet d'un nouvel examen trois ans au plus tard après leur publication afin de décider éventuellement de leur transformation en Normes internationales. Les rapports techniques de type 3 ne doivent pas nécessairement être révisés avant que les données qu'ils contiennent ne soient plus jugées valables ou utiles.

La CEI 1245, rapport technique de type 2, a été établie par le comité d'études 36 de la CEI: Isolateurs.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

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

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international cooperation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of 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.
- 3) They have the form of recommendations for international use published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.

The main task of IEC technical committees is to prepare International Standards. In exceptional circumstances, a technical committee may propose the publication of a technical report of one of the following types:

- type 1, when the required support cannot be obtained for the publication of an International Standard, despite repeated efforts;
- type 2, when the subject is still under technical development or where for any other reason there is the future but not immediate possibility of an agreement on an International Standard;
- type 3, when a technical committee has collected data of a different kind from that which is normally published as an International Standard, for example "state of the art".

Technical reports of types 1 and 2 are subject to review within three years of publication to decide whether they can be transformed into International Standards. Technical reports of type 3 do not necessarily have to be reviewed until the data they provide are considered to be no longer valid or useful.

IEC 1245, which is a technical report of type 2, has been prepared by IEC technical committee 36: Insulators.

Le texte de ce rapport technique est issu des documents suivants:

Projet de comité	Rapport de vote
36(SEC)85	36(SEC)97

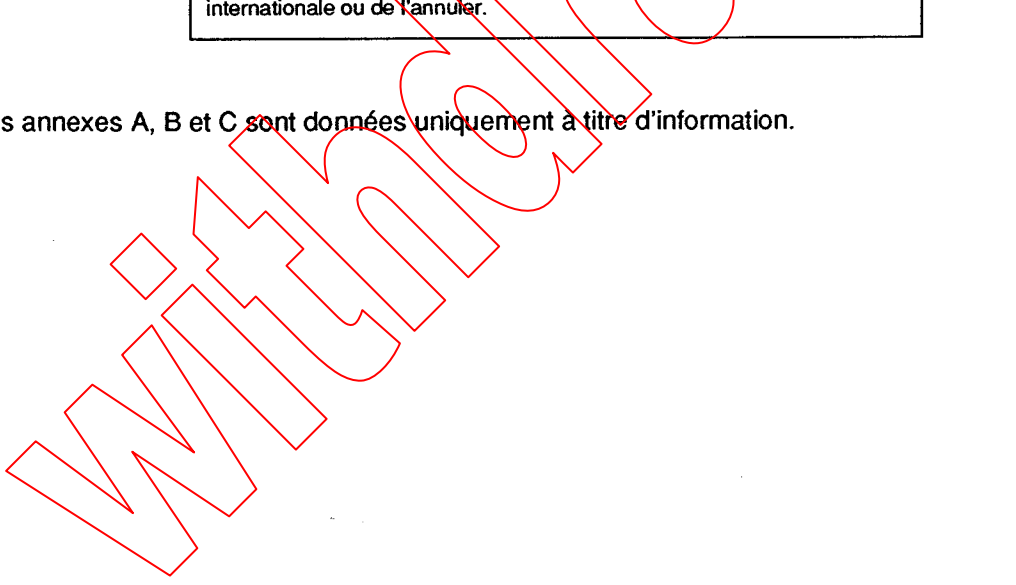
Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de ce rapport technique.

Le présent document est publié dans la série des rapports techniques de type 2 (conformément au paragraphe G.4.2.2 de la partie 1 des Directives CEI/ISO) comme «norme prospective d'application provisoire» dans le domaine des isolateurs car il est urgent d'avoir des indications sur la meilleure façon d'utiliser les normes dans ce domaine afin de répondre à un besoin déterminé.

Ce document ne doit pas être considéré comme une «Norme internationale». Il est proposé pour une mise en oeuvre provisoire, dans le but de recueillir des informations et d'acquérir de l'expérience quant à son application dans la pratique. Il est de règle d'envoyer les observations éventuelles relatives au contenu de ce document au Bureau Central de la CEI.

Il sera procédé à un nouvel examen de ce rapport technique de type 2 trois ans au plus tard après sa publication, avec la faculté d'en prolonger la validité pendant trois autres années, de le transformer en Norme internationale ou de l'annuler.

Les annexes A, B et C sont données uniquement à titre d'information.



The text of this technical report is based on the following documents:

Committee draft	Report on Voting
36(SEC)85	36(SEC)97

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

This document is issued in the type 2 technical report series of publications (according to G.4.2.2 of part 1 of the IEC/ISO Directives) as a "prospective standard for provisional application" in the field of insulators because there is an urgent requirement for guidance on how standards in this field should be used to meet an identified need.

This document is not to be regarded as an "International Standard". It is proposed for provisional application so that information and experience of its use in practice may be gathered. Comments on the content of this document should be sent to the IEC Central Office.

A review of this type 2 technical report will be carried out not later than three years after its publication, with the options of either extension for a further three years or conversion to an International Standard or withdrawal.

Annexes A, B and C are for information only.

Withdrawing

INTRODUCTION

La tenue électrique de l'isolation en courant continu dans des conditions de pollution détermine, dans de nombreux cas, les dimensions et la conception de l'isolation.

A l'heure actuelle, la tension la plus élevée des systèmes à courant continu en exploitation est de ± 600 kV. Puisque l'expérience acquise en laboratoire n'est valable que jusqu'à ce niveau de tension, cette valeur est prise comme valeur limite dans ce rapport. Des niveaux plus élevés pourront être pris en considération lorsqu'un nombre suffisant de résultats seront disponibles.

A l'heure actuelle, il est encore difficile de déterminer le comportement en service des isolateurs à partir des résultats des essais sous pollution artificielle proposés dans ce rapport. En particulier pour les tensions de réseau les plus élevées, l'expérience à la fois d'essais de pollution artificielle et en service est encore limitée, et on a besoin de plus d'expérience dans les deux secteurs pour obtenir des prévisions de fonctionnement fiables. Les essais artificiels, par conséquent, ne donnent qu'une estimation de la performance des isolateurs en conditions de service. Ces essais de pollution artificielle sont en général des essais de courte durée comparés à la durée de vie utile des isolateurs en service et, par conséquent, ils ne sont pas appropriés comme essais de vieillissement.

Il convient de considérer le contenu de ce rapport comme une tentative pour améliorer la reproductibilité des procédures d'essai de pollution en courant continu. De l'expérience supplémentaire ainsi que des résultats d'essais de laboratoire additionnels sont toutefois indispensables pour établir la reproductibilité des procédures du brouillard salin et de la couche solide décrites dans ce rapport. Donc il n'est pas possible de définir l'intervalle de confiance des résultats des essais de pollution sous courant continu.

Les procédures d'essais sous tension continue telles que spécifiées dans ce rapport suivent de très près celles établies sous tension alternative dans la CEI 507. Il n'est cependant pas exclu que d'autres procédures puissent être définies ultérieurement. Par exemple, une humidification non uniforme, qui peut se produire sur des traversées murales dans certaines positions, peut donner lieu à des valeurs de contournement bien inférieures à celles obtenues lors des essais de pollution avec humidification uniforme des surfaces. Dans ce cas, la simulation en laboratoire de l'humidification et la détermination de la tension de tenue peuvent être appropriées.

Les principales différences entre ce rapport et la CEI 507 sont les suivantes:

- les prescriptions pour le circuit d'essai comprennent le facteur d'ondulation, la chute de tension et le dépassement de tension. Aucune prescription n'est donnée sur la valeur minimum du courant de court-circuit ou encore sur le rapport entre courant de court-circuit et courant de fuite;
- on donne différents critères pour identifier le contournement;
- dans le cas de l'essai sous brouillard salin, un procédé de préconditionnement sous tension continue peut être utilisé selon accord;
- on fixe un taux d'humidification plutôt qu'un taux d'injection de vapeur; la mesure de la conductance de la couche sert à contrôler le processus d'humidification par le brouillard;
- en ce qui concerne la méthode de la couche solide, seule la procédure d'essai «B» est considérée, compte tenu de la dispersion des résultats d'essais par la procédure «A».

INTRODUCTION

The electrical strength of d.c. insulation under pollution conditions determines, in many cases, the dimensions and the design of the insulation.

For the time being, ± 600 kV is the highest voltage of the d.c. systems in use and, since laboratory experience is only available up to this system voltage level, it is chosen as the limit for this report. Higher system voltages will be considered when sufficient results are available.

For the time being it is still difficult to determine the service performance of d.c. insulators by means of the results from the artificial pollution tests proposed by this report. In particular for the highest system voltages, experience from both artificial pollution tests and service is still limited and more experience in both areas is needed for reliable service predictions. Artificial tests, therefore, give only an estimate of the performance of insulators under service conditions. These artificial pollution tests are in general short time tests compared to the expected life-time of insulators in service and, therefore, are not suitable as ageing tests.

The text of this report should be considered as an attempt to improve the reproducibility of the d.c. pollution test procedures. Further experience and additional laboratory results are still required to establish the reproducibility of the salt fog and solid layer test procedures described in this report. Therefore, it is not possible to define a confidence interval for d.c. pollution test results.

The d.c. test procedures as specified in this report follow closely the ones established for a.c. by IEC 507. This does not exclude the possibility that at a later time other d.c. test procedures will be defined. For example, uneven wetting which can occur on wall bushings in certain positions, may lead to flashovers at much lower voltages than those obtained during pollution tests with uniformly wetted surfaces. In this case simulation of the wetting and determination of the withstand voltage may be appropriate.

The main differences between this report and IEC 507 are:

- test circuit requirements include ripple factor, voltage drop and voltage overshoot. No requirements are made for the minimum short circuit current or ratio between short circuit and leakage currents;
- different criteria for the identification of flashover are given;
- for the salt fog test, a pre-conditioning process with d.c. voltage may be used by agreement;
- the wetting rate, rather than the steam injection rate, is prescribed; the measurement of the layer conductance is used to check the wetting action of the fog;
- as regards the solid layer methods, only the test procedure type "B" is considered due to the high scatter of the results obtained with tests carried out according to the type "A" procedure.

Pour les méthodes d'essai décrites ci-dessous, on recommande de spécifier la tension pour l'essai de tenue comme la valeur la plus élevée de la tension de fonctionnement normal en service. D'autres tensions peuvent faire l'objet d'un accord. Les essais sont habituellement faits en polarité négative, mais des essais en polarité positive ou dans les deux polarités peuvent être requis.

Seules les méthodes d'essai où la tension est maintenue constante pendant tout l'essai sont considérées comme appropriées à la normalisation. Des variantes où la tension est augmentée continuellement jusqu'au contournement ne sont pas proposées pour la normalisation, mais peuvent être utilisées dans des buts particuliers.

Le courant de fuite peut servir à interpréter les résultats d'essais; il est donc recommandé de mesurer ce courant en permanence pendant les essais sous pollution artificielle.

Pour obtenir des résultats répétitifs, la couche artificielle de pollution pour les essais de pollution en c.c. doit être aussi uniforme que possible. En général, une distribution non uniforme de polluant semble plus influencer la tenue en tension continue plus que dans le cas de la tension alternative.

La quantité de matières insolubles sur la surface des isolateurs peut influencer les résultats d'essais. Même si ce problème est encore en cours d'examen et qu'aucun critère ne puisse être donné, la définition de la densité du dépôt non soluble a été introduite dans ce rapport pour référence.

Le type et l'origine de la matière insoluble peuvent également influencer les résultats d'essai.

Les problèmes suivants nécessitent des recherches complémentaires:

- l'efficacité du préconditionnement sous tension continue dans le cas de la méthode du brouillard sain;
- l'influence des matériaux insolubles sur les résultats d'essais dans le cas de la méthode de la couche solide;
- l'influence du débit de vapeur et du champ électrique réel sous tension continue sur les caractéristiques de l'humidification.

Des études des essais de pollution sous tension continue sont en cours dans un programme joint CIGRE/IEEE. Des informations sont déjà disponibles dans le rapport publié par le Groupe de Travail 33-04-04 de la CIGRE: «Essais de pollution artificielle d'isolateurs CCHT: analyses des facteurs influençant leur performance» Electra n° 140. Des informations supplémentaires seront disponibles à la fin du programme et seront utilisées pour la révision future de ce rapport.

For the test methods described below, it is recommended that the voltage for the withstand voltage tests be specified as the highest value of operating voltage which occurs under normal operating conditions. Other test voltages may be agreed upon. The tests are usually carried out at negative polarity but tests with positive polarity or both may be required.

Only those test methods in which the voltage is held constant during the whole test are considered suitable for standardization. Variants in which the voltage is raised continuously to flashover are not proposed for standardization, but may be used for special purposes.

The leakage current may be used for interpretation of the test results, and therefore it is recommended that this current be continuously measured during the artificial pollution tests.

To achieve repeatable results, the artificial layer for d.c. pollution tests shall be as uniform as possible. In general non-uniform pollution distribution seems to influence d.c. withstand and flashover voltages more than in the case of a.c.

The amount of non-soluble material on the insulator surface may affect the test results. Although this matter is under consideration and no requirements can be given, the definition of non-soluble deposit density has been introduced into this report for reference.

The type of non-soluble material and its origin may also affect the test results.

The following problems need further investigation:

- effectiveness of preconditioning with d.c. voltage in the case of salt fog procedure;
- influence of non-soluble materials on the test results in the case of solid layer procedure;
- influence of steam rate and actual d.c. field on wetting characteristics.

Studies concerning d.c. pollution tests are continuing in a joint CIGRE/IEEE programme. Some information is already available in ELECTRA No. 140 in a paper published by CIGRE TF 33-04-04 entitled: "Artificial pollution testing of HVDC insulators: analysis of factors influencing performance". This paper will be supplemented when the programme is completed and the information will be used for a future revision of this report.

ESSAIS DE POLLUTION ARTIFICIELLE SUR ISOLATEURS HAUTE TENSION DESTINÉS AUX RÉSEAUX À COURANT CONTINU

Section 1: Généralités

1.1 Domaine d'application

Le présent rapport technique est applicable à la détermination des caractéristiques de tenue d'isolateurs en verre et en céramique utilisés à l'extérieur et exposés aux atmosphères polluées, dans des réseaux en c.c. de tension allant de $\pm 1\ 000\text{ V}$ à $\pm 600\text{ kV}$.

Ces essais ne sont pas directement applicables aux isolateurs en matériaux organiques, aux isolateurs composites, aux isolateurs graissés ou à certains types particuliers d'isolateurs (isolateurs revêtus d'un émail semi-conducteur ou d'un matériau isolant organique).

Ce rapport présente les procédures d'essais sous pollution artificielle applicables aux isolateurs de lignes aériennes, aux isolateurs de poste et aux isolateurs de lignes de traction électrique en c.c. Il peut aussi être appliqué aux traversées isolées, avec des précautions convenables pour éviter des dommages internes, et aux isolateurs creux conçus pour être utilisés dans d'autres appareillages. En appliquant ces méthodes aux appareillages incorporant des isolants creux, le comité d'études concerné devrait prendre en considération leurs effets sur l'équipement interne et les précautions spéciales qui peuvent se révéler nécessaires.

NOTE - Pour des objets d'essai de dimensions importantes, comme des grandes traversées murales et des transducteurs, une grande dispersion des résultats d'essai a été rencontrée.

1.2 Références normatives

Le document normatif suivant contient des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constitue des dispositions valables pour le présent rapport technique. Au moment de la publication, l'édition indiquée était en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur le présent rapport technique sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 60-1: 1989, *Techniques des essais à haute tension – Première partie: Définitions et prescriptions générales relatives aux essais.*

CEI 507: 1991, *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 D.C. SYSTEMS

Section 1: General

1.1 Scope

This technical report is applicable to the determination of the withstand characteristics of ceramic and glass insulators to be used outdoors and exposed to polluted atmospheres, on d.c. systems with voltages from $\pm 1\ 000\ \text{V}$ up to $\pm 600\ \text{kV}$.

These tests are not directly applicable to insulators made of organic materials, to composite insulators, to greased insulators or to special types of insulators (insulators with semiconductive glaze or covered with any organic insulating material).

This report presents procedures for artificial pollution tests applicable to d.c. overhead-line insulators, substation insulators and traction line insulators. It may also be applied to bushings with suitable precautions to avoid internal damage and to hollow insulators intended for use in other apparatus. In applying these procedures to apparatus incorporating hollow insulators, the relevant technical committees should consider their effect on the internal equipment and the special precautions which may be necessary.

NOTE - For largest objects such as large wall bushings and transducers, a high spread of test results has been experienced.

1.2 Normative references

The following normative document contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this technical report. At the time of publication, the edition indicated was valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this technical report are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 60-1: 1989, *High-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements*

IEC 507: 1991, *Artificial pollution tests on high-voltage insulators to be used on a.c. systems*