

RAPPORT TECHNIQUE TECHNICAL REPORT

**CEI
IEC
99-3**

Première édition
First edition
1990-08

Parafoudres

Partie 3:

Essais de pollution artificielle des parafoudres

Surge arresters

Part 3:

Artificial pollution testing of surge arresters



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 99-3: 1990

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.

RAPPORT TECHNIQUE TECHNICAL REPORT

**CEI
IEC
99-3**

Première édition
First edition
1990-08

Parafoudres

Partie 3:

Essais de pollution artificielle des parafoudres

Surge arresters

Part 3:

Artificial pollution testing of surge arresters

© CEI 1990 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

L

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

SOMMAIRE

	Pages
Avant-propos	4
Articles	
1 Domaine d'application	6
2 Références normatives	6
3 Principes fondamentaux	6
4 But de l'essai	8
5 Prescriptions générales	10
6 Application de la tension	14
7 Procédure d'essai	14
8 Méthodes d'application de la pollution	16
9 Polluants solides convenant aux méthodes d'essai de 8.3 et 8.4	20
10 Polluants dont on peut aussi faire usage avec la méthode de 8.3 ou 8.4	22

CONTENTS

	Page
Foreword	5
Clause	
1 Scope	7
2 Normative references	7
3 Basic principles	7
4 Test objective	9
5 General requirements	11
6 Voltage application	15
7 Test procedure	15
8 Methods of applying pollution	17
9 Solid pollutants for the methods of 8.3 and 8.4	21
10 Pollutants for trial use with the methods of 8.3 or 8.4	23

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

PARAFOUDRES

Partie 3: Essais de pollution artificielle des parafoudres

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 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.

Le présent rapport technique a été établi par le Comité d'Etudes n° 37 de la CEI: Parafoudres.

Il remplace et annule l'annexe D de la Publication 99-1 (1970). Une nouvelle édition de la Publication 99-1 est en préparation.

Le texte de ce rapport est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote
37(BC)24	37(BC)27

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SURGE ARRESTERS**Part 3: Artificial pollution testing of surge arresters**

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 Technical Report has been prepared by IEC Technical Committee No. 37: Surge arresters.

It replaces and cancels Appendix D of Publication 99-1 (1970). A new edition of Publication 99-1 is being prepared..

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

Six Months' Rule	Report on Voting
37(CO)24	37(CO)27

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

PARAFOUDRES

Partie 3: Essais de pollution artificielle des parafoudres

1 Domaine d'application

Le présent rapport technique indique les principes fondamentaux des essais de pollution artificielle des parafoudres à résistances variables (avec éclateurs) ainsi que des détails sur les compositions des polluants et les procédés d'application et sur les méthodes d'essai associées à chaque mode de pollution.

2 Références normatives

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour le présent rapport technique. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute norme est sujette 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 normes indiquées ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des normes internationales en vigueur.

CEI 99-1: 1970, Parafoudres – Première partie: Parafoudres à résistance variable pour réseaux à courant alternatif.

CEI 507: 1975, Essais sous pollution artificielle des isolateurs pour haute tension destinés aux réseaux à courant alternatif.

3 Principes fondamentaux

Il est bien connu que des défaillances de parafoudres peuvent se produire à la tension normale de service dans certaines conditions de pollution, par suite de l'apparition d'une répartition de tension très irrégulière sur sa surface externe, ou à cause de variations très rapides de cette répartition. Ces deux phénomènes sont dus à la formation, dans les conditions ci-dessus, d'une couche superficielle conductrice presque continue à l'origine et consistant essentiellement en une solution aqueuse d'électrolyte. Cette dernière se forme lorsque l'humidité est élevée, soit par l'absorption d'eau par des particules solides hydrophiles, soit par dépôt de gouttes de liquide sur la surface. De plus, la présence éventuelle de poussières modifie les conditions de lavage et de séchage de la surface. Il est également bien établi que l'échauffement dû au courant de fuite traversant la couche de surface, lorsque sa conductibilité est assez élevée, provoque la formation de «bandes sèches». La plus grande partie de la chute de tension se produit sur ces dernières, et des décharges du courant de fuite apparaissent lorsque ces bandes sont momentanément court-circuitées par un arc.

Ces phénomènes peuvent amener une augmentation de la tension sur quelques éclateurs, au-delà de la tension d'amorçage, ce qui entraîne la défaillance, dans certains cas, par suite de la perturbation de la répartition de tension aux éclateurs, due au couplage capacitif entre les électrodes et les bandes humides.

Le but essentiel des essais de pollution artificielle des parafoudres est donc de simuler des conditions de pollution convenables, représentatives de celles qui existent en service, et de montrer que lorsqu'il est soumis à ces conditions et alimenté sous une tension à fréquence industrielle appropriée, le parafoudre n'amorce pas.

SURGE ARRESTERS

Part 3: Artificial pollution testing of surge arresters

1 Scope

This Technical Report gives the basic principles of artificial pollution testing of non-linear resistor type (valve type) surge arresters, together with details of pollutant compositions and methods of application and the test procedures associated with each mode of pollution.

2 Normative references

The following standards contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this Technical Report. At the time of publication, the editions indicated were valid. All standards 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 standards indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 99-1: 1970, Lightning arresters – Part 1: Non-linear resistor type arresters for a.c. systems.

IEC 507: 1975, Artificial pollution tests on high-voltage insulators to be used on a.c. systems.

3 Basic principles

It is well known that a surge arrester can fail at normal service voltage under certain pollution conditions, owing to the setting up of a very uneven voltage distribution on its external surface and/or because of very rapid changes in this distribution. These two stages arise as a consequence of the formation under such conditions of an initially nearly continuous conducting surface layer consisting typically of an aqueous solution of electrolyte formed under high humidity by the moisture pick-up of hygroscopic solid particles or liquid droplets deposited on the surface. Dusts may also be present, affecting the washing and drying characteristics of the surface. It is well established also that the effect of leakage current heating the surface layer, when the conductivity is high enough, is to cause “dry bands” to form, across which most of the voltage drop occurs and that surges of leakage-current occur when these bands are temporarily bridged by an arc.

These phenomena can result in the voltage applied across some of the gaps exceeding their sparkover value, with consequential failure, in some cases, through disturbance of the gap potentials caused by capacitive coupling between electrodes and wet bands.

It is consequently the primary purpose of artificial pollution testing of surge arresters to simulate relevant pollution conditions, representative of those occurring in service and establishing that when subjected to these, the surge arrester, energized at appropriate power-frequency voltage does not suffer gap sparkover.

Le contournement de la surface isolante des parafoudres sous pollution est un problème sérieux en exploitation et leurs performances à cet égard doivent également être déterminées. Cela est examiné ci-après.

On sait maintenant de façon sûre, aussi bien par l'expérience en service que par les essais, que les conditions de pollution qui conduisent à l'amorçage d'un parafoudre peuvent être généralement différentes de celles qui provoquent le contournement. Ce dernier est typiquement lié à des conditions sévères caractérisées par des décharges du courant de fuite fréquentes et de grande amplitude, alors que l'amorçage est typiquement produit par un début de pollution ou un assèchement du polluant. Il en résulte qu'il peut être nécessaire d'effectuer des essais différents pour ces deux types distincts de défaillance, au moins pour certaines méthodes d'essais.

Des méthodes d'essais sous pollution artificielle adaptées au contournement d'isolateurs pour haute tension ont été développées et sont généralement considérées, au stade actuel, comme donnant une indication valable des performances sous pollution. Elles sont décrites en détail dans la CEI 507. Les caractéristiques essentielles, communes à ces essais, malgré quelques différences dans les techniques de pollution, sont la création, de façon reproductible, de différents degrés de «sévérité» de la pollution, mesurée, par exemple, par la conductivité spécifique du produit polluant, et l'application d'une tension d'essai convenable, ce qui permet de déterminer les performances exprimées sous la forme d'une sévérité de pollution donnée.

Le principe de fonctionnement des parafoudres est tel, cependant, que les méthodes utilisées pour les essais d'isolateurs ne leur sont pas directement applicables, spécialement en ce qui concerne l'amorçage interne. C'est pourquoi les essais décrits dans ce rapport, bien que largement inspirés de ceux de la CEI 507, ont pour but essentiel de satisfaire aux exigences particulières du fonctionnement des parafoudres et portent spécifiquement sur l'amorçage des éclateurs.

Les méthodes décrites dans la CEI 507 sont directement applicables au contournement de la surface de l'isolation du parafoudre et leur usage est recommandé pour la détermination de ce type de performance.

Il est à noter que les essais décrits dans la CEI 507 pour vérifier le comportement du point de vue du contournement et ceux qui sont proposés ici pour contrôler l'amorçage ne sont recommandés que pour des parafoudres exposés à la pollution naturelle, éventuellement avec un lavage sous tension, mais pas pour ceux qui sont nettoyés ou graissés périodiquement.

L'explication précédente du mécanisme de défaillance montre que, pour chacun des deux types d'essais de pollution, il est indispensable de faire ces essais sur un parafoudre complètement assemblé pour le service.

Lorsqu'une expérience suffisante aura été acquise à partir des essais décrits dans les articles suivants, elle servira de base à la définition d'un essai de type.

NOTE - Une détérioration lente des parafoudres se produit parfois en service par suite de l'existence de décharges partielles internes. Les essais décrits dans ce rapport ne permettent pas de contrôler le comportement des parafoudres de ce point de vue.

4 But de l'essai

Le but de l'essai est de s'assurer que le parafoudre peut supporter une pollution de sévérité spécifiée sans amorcer lorsqu'il est soumis à une tension spécifiée ou à une procédure d'application de la tension spécifiée, la sévérité de la pollution et l'application de tension étant représentatives des conditions de service.

Pollution flashover of the surge arrester surface is a serious matter operationally, and the performance in this respect also must be determined. This is discussed in the following paragraphs.

There is now evidence both from service and testing that the pollution conditions which may result in surge arrester sparkover can be generally different from those leading to surface flashover. The latter is associated typically with severe conditions characterized by frequent high-amplitude leakage-current surges, whereas gap sparkover is typically associated with pollution onset or drying-out of the pollutant. Accordingly, separate tests for these two distinct modes of failure may be needed, at least with some test methods.

Some artificial pollution test methods for surface flashover of high-voltage insulators have been developed to a stage where they are generally accepted as giving a valid indication of pollution performance. These are fully described in IEC 507. The essential common feature of the tests, even though there are differences in the polluting techniques, are the repeatable production of various degrees or "severities" of pollution, measured, for example, in terms of specific conductance of the pollutant, application of a suitable test voltage and consequent determination of the performance in terms of a given severity.

The mode of operation of surge arresters, however, is such that the methods used for insulator testing are not directly applicable to surge arresters, especially in respect of arrester sparkover. The tests described in this report, though broadly based on those of IEC 507, are essentially aimed at meeting the special requirements for surge arrester operation and bear specifically on gap sparkover.

The methods of IEC 507 are directly applicable to surface flashover of insulation, and it is accordingly recommended that they should be used to determine performance in this respect.

It should be noted that the tests according to IEC 507 with respect to such surface flashover performance and those proposed here to check sparkover performance are recommended only for surge arresters exposed to natural pollution, possibly with live washing, and not for those subject to periodic cleaning or greasing.

From the foregoing account of the failure mechanism it follows that for pollution tests of both kinds, it is essential that they be performed on a complete service surge arrester assembly.

When sufficient experience has been gained from the tests described in the following clauses, this experience will form the basis of a type test.

NOTE – In service, surge arresters sometimes suffer long-term deterioration associated with internal corona discharges. The tests described in this report do not demonstrate the performance of the surge arrester in this respect.

4 Test objective

The objective of the test is to establish that the surge arrester can withstand a specified severity of pollution without sparkover when energized at a specified voltage or voltage-application mode, both severity and voltage mode being representative of service conditions.

5 Prescriptions générales

5.1 Parafoudre en essai

L'essai doit être effectué sur un parafoudre complet, comportant tous les organes normaux, éclateurs, résistances de répartition de tension, anneaux de garde, etc., pouvant avoir une influence notable sur la répartition de tension du parafoudre. Il n'est cependant pas nécessaire, pour les essais de pollution, de monter le parafoudre sur un socle. Dans ce cas, en effet, la couche conductrice superficielle et les phénomènes dont elle est le siège commandent la répartition de la tension et ses variations, par opposition au cas des essais, tels que les amorçages au choc, effectués dans une ambiance normale non polluée, pour lesquels, par exemple, la répartition de tension, même si elle est en partie fixée par des résistances de répartition, la capacité série des éclateurs, etc., peut aussi être influencée par les capacités réparties par rapport au sol, aux connexions haute tension, etc.

Il est recommandé de mesurer, avant et après l'essai, la tension d'amorçage à fréquence industrielle à sec du parafoudre et son courant de répartition à la tension de service.

5.2 Nettoyage

Avant le premier essai du parafoudre, la surface doit être soigneusement nettoyée (en utilisant une solution détergente comme le phosphate trisodique) et abondamment rincée (à l'eau du robinet) pour que toute trace de contamination, en particulier de graisse, disparaisse avant l'essai. On prendra soin d'éviter de toucher le parafoudre nettoyé.

NOTE - Il peut être nécessaire dans certains cas, en particulier lors de la pulvérisation de produits polluants salés, de peindre les parties métalliques et les scellements en ciment afin d'éviter que des produits provenant de la corrosion ne coulent sur les surfaces isolantes pendant l'essai.

5.3 Installation

Une fois propre, le parafoudre doit être monté de façon à obtenir, entre n'importe laquelle de ses parties et le plafond, un mur ou tout objet à la terre, autre que les dispositifs de pulvérisation, une distance minimale au moins égale à la moitié de la longueur du parafoudre. Le parafoudre doit être en équilibre thermique avec l'air ambiant au début de l'essai et cette température doit être notée. Elle ne doit pas être inférieure à 5 °C ni supérieure à 40 °C.

5.4 Dispositif de captage du courant sur le parafoudre

Afin de permettre une interprétation du résultat de l'essai conformément à 7.5, il est nécessaire de relier séparément au point bas de la source de tension d'essai les circuits empruntés par le courant de fuite de surface et le courant interne, de façon à pouvoir mesurer séparément ces deux courants. Si le parafoudre n'est pas équipé d'une connexion spéciale pour le courant interne, isolée de la bride inférieure, un ruban conducteur est placé au-dessus de cette bride pour recueillir le courant de fuite superficiel; il est recommandé de graisser la surface de l'isolation comprise entre ce ruban et la bride. On s'efforcera de placer le ruban aussi près que possible de la bride afin d'éviter une trop grande réduction de la ligne de fuite, en conservant, cependant, une isolation suffisante. Pour la plupart des modèles d'enveloppes de parafoudres, ces prescriptions sont satisfaites lorsque le ruban est placé juste au-dessus de la jupe inférieure.

Dans le cas d'un parafoudre comportant plusieurs éléments, le ruban est placé uniquement sur l'élément inférieur.

5 General requirements

5.1 Test arrester

The test shall be made on a complete arrester, with all normal spark-gaps, grading resistors and any grading ring, etc., which may significantly affect the voltage distribution of the arrester. However, for pollution tests, it is not generally necessary to mount the arrester on a pedestal. This is because the conductive surface layer and the internal processes determine the voltage distribution and its variations in this case, as opposed to that of tests for impulse sparkover performance in the normal unpolluted state, for example, where the distribution, though partly controlled by grading resistors, series capacitance of the gaps, etc., can also be affected by the distributed capacitance to the earth plane and high-voltage lead, etc.

The dry arrester power-frequency sparkover value and grading current measured at the operating voltage should be measured prior to and after the test.

5.2 Cleaning

Before the arrester is tested for the first time, the surface shall be carefully cleaned (using a detergent solution such as trisodium phosphate) and thoroughly rinsed (using tap or mains water) so that all traces of surface contamination, particularly grease, are removed before testing. Care must be taken to avoid touching the cleaned arrester.

NOTE – It may be necessary in some cases, particularly when spraying salt pollutants, to paint the metal parts and cement to ensure that no corrosion products wash down onto the insulating surface during the test.

5.3 Installation

The cleaned arrester shall be erected so that the minimum distance between any part of it and any earthed object other than the jets, and a ceiling or a wall is not less than one-half of the length of the arrester. The arrester shall be in thermal equilibrium with the ambient air at the start of the test and the temperature shall be noted. The temperature shall not be below 5 °C or greater than 40 °C.

5.4 Arrangements for arrester current monitoring

For test result diagnostic purposes according to 7.5 the surface leakage and internal current paths shall be separately connected to the earth terminal of the test voltage source so that the surface leakage and internal currents can be separately monitored. If the arrester is not provided with an internal current lead isolated from the bottom flange, a surface leakage current collecting band is fitted above the flange and the insulation surface between the band and the flange should be greased. Band/flange spacing should be as small as possible, subject to provision of the necessary insulation, to minimize encroachment on the leakage path. For most designs of arrester housing these requirements are met by fitting the band immediately above the bottom shed.

In the case of a multi-unit arrester, the band is applied only to the bottom unit.

5.5 Caractéristiques du circuit d'essai

L'impédance de l'ensemble du circuit, y compris le transformateur et le régulateur, ne doit pas atteindre une valeur telle qu'une chute de tension ou une déformation de la forme de l'onde de tension empêche l'amorçage.

Cette condition est satisfaite lorsque la source est capable de maintenir la tension sur le parafoudre à la valeur spécifiée, sauf pendant certains creux de tension dus aux décharges de courant de fuite, d'une durée d'une demi-période, peu fréquents, non consécutifs, et ne dépassant pas 5%.

Elle est également satisfaite si les prescriptions de la CEI 507 sont respectées.

Les valeurs indiquées dans cette publication pour le rapport R/X du circuit et le courant de court-circuit minimal sont rappelées dans le tableau 1.

Tableau 1

R/X à la tension d'essai	Courant de court-circuit minimal à la tension d'essai A
< 0,05	5
0,05 à 0,15	7
0,15 à 0,5	10
0,5 à 1,5	15

NOTES

1 Les valeurs indiquées dans ce tableau sont fondées sur des recherches faites sur un petit nombre d'isolateurs. Ces valeurs représentent la meilleure proposition qui puisse être faite actuellement, mais elles pourront être modifiées au fur et à mesure de l'expérience acquise.

2 Dans le cas des enveloppes de grand diamètre, il peut être nécessaire de porter le courant de court-circuit de la source à des valeurs supérieures à celles qui sont indiquées dans le tableau, pour éviter une extinction prématurée des arcs qui s'établissent sur les bandes sèches de la couche polluée.

3 Une méthode permettant de déterminer la valeur du rapport R/X du circuit consiste à mesurer:

a) Le courant de court-circuit I_{sc} correspondant à une tension à vide U_0 égale à la tension d'essai spécifiée.

b) La tension U_L qui existe lorsque le circuit est chargé par une résistance telle que le courant ait une valeur efficace I_L de 1 A.

Le rapport R/X est donné par la formule:

$$R/X = \frac{U_0^2 [1 - (I_L/I_{sc})^2] - U_L^2}{\sqrt{4U_0^2 U_L^2 (I_L/I_{sc})^2 - \{U_0^2 [1 - (I_L/I_{sc})^2] - U_L^2\}^2}}$$

5.5 Test circuit requirements

The impedance of the whole circuit, including the transformer and regulator, should not be so great that sparkover is inhibited by a drop in the voltage, or distortion of the wave shape.

This condition is met when the regulation of the source is such as to maintain the specified voltage on the arrester except for infrequent, non-consecutive, half-cycle voltage dips of no more than 5% during leakage current pulses.

It is also met by compliance with IEC 507.

The values in IEC 507 for the circuit R/X values and minimum short-circuit current are given in Table 1.

Table 1

R/X at test voltage	Minimum short-circuit current at test voltage
<0,05	5
0,05 to 0,15	7
0,15 to 0,5	10
0,5 to 1,5	15

NOTES

- The values in the above table are based on investigations on a small number of insulators. They represent the best suggestion that can be given at present, but may be modified with further experience.
- In the case of large diameter housings, it may be necessary to increase the source short-circuit current to values higher than those specified in the table, in order to avoid premature extinction of the arcs bridging dry bands in the pollution layer.
- One method of determining the R/X value of the circuit is to measure:
 - The short-circuit current I_{sc} corresponding to an open circuit voltage U_o equal to the specified test voltage.
 - The voltage U_L existing when the current passes through a load whose resistance is such that the r.m.s. value I_L of the current is equal to 1 A.

R/X can be found from the following formula:

$$R/X = \frac{U_o^2[1 - (I_L/I_{sc})^2] - U_L^2}{\sqrt{4U_o^2 U_L^2 (I_L/I_{sc})^2 - \{U_o^2[1 - (I_L/I_{sc})^2] - U_L^2\}^2}}$$

6 Application de la tension

Ces prescriptions sont particulières aux parafoudres et on admet deux modes différents d'application de la tension en fonction de leurs conditions de service.

6.1 Parafoudres utilisés sur des réseaux à neutre isolé ou mis à la terre par bobine d'extinction – Méthodes d'essai selon 8.2 et 8.3

Pendant toute la période d'essai, on applique en permanence une tension égale à la tension assignée du parafoudre.

NOTE – Lorsque la tension assignée est supérieure à la tension la plus élevée (entre phases) de service du réseau, il convient, après accord entre utilisateur et constructeur, de choisir la tension d'essai égale à cette dernière.

6.2 Parafoudres pour réseaux à neutre mis à la terre – Facteur de défaut à la terre compris entre 1,2 et 1,4

On applique tout d'abord une tension soit comprise entre 0,75 et 0,8 fois (voir note 1) la tension assignée du parafoudre, soit égale à 0,87 fois (= 1/1,15) la tension de service permanent spécifiée*, en prenant la plus basse de ces deux valeurs; à des instants séparés par un intervalle déterminé, la tension est augmentée rapidement jusqu'à une valeur «haute» correspondant en principe à la tension de défaut à la terre (voir note 2) pendant 1 à 2 s, puis ramenée rapidement à la valeur initiale. Les valeurs des intervalles et de la tension «haute» sont spécifiées en 8.2, 8.3 et 8.4.

NOTES

- 1 Les facteurs 0,75 et 0,8 correspondent respectivement à des facteurs de défaut à la terre du réseau de 1,33 et 1,25.
- 2 Les différences entre les valeurs de la tension «haute» utilisées pour les méthodes de 8.2, 8.3 et 8.4 sont une conséquence de la sensibilité de ces méthodes au temps important nécessaire, avec les techniques d'essai actuelles, pour augmenter et diminuer la tension, alors que ces temps sont beaucoup plus courts en service.
- 3 Dans certains réseaux dont le neutre est relié à la terre par une résistance, le facteur de défaut à la terre peut dépasser 1,4 en permanence. Lorsque l'accroissement de la tension peut durer plus de 10 s, on applique la procédure décrite en 6.1. Lorsqu'il dure moins de 10 s, on applique la procédure décrite en 6.2 avec, cependant, des tensions d'essai à convenir par accord entre l'utilisateur et le constructeur.

7 Procédure d'essai

7.1 Début de l'essai

Le parafoudre, préparé comme indiqué précédemment, est installé en position d'essai. La pollution et la tension sont appliquées conformément à la méthode choisie. On considère que l'essai a commencé lorsque la pleine tension d'essai, telle qu'indiquée à l'article 6, est appliquée dans les conditions de pollution correspondantes.

7.2 Déroulement de l'essai

On effectuera les essais, pour chacune des trois valeurs du degré de pollution indiquées en 7.3 pour les méthodes selon 8.2 et 8.3 et en utilisant le polluant prescrit en 8.4 et à l'article 9 pour les méthodes de 8.4, et on notera l'apparition d'un amorçage du parafoudre ou d'un contournement à sa surface.

* La tension de service permanent spécifiée est la tension qui peut être appliquée en permanence entre les bornes du parafoudre. Cette valeur est égale ou inférieure à la tension assignée.

6 Voltage application

The requirements here are specific to arresters, two different modes of application being recognized according to the operating conditions of the arrester.

6.1 Arresters for use on isolated neutral and resonant earthed systems – test methods according to 8.2 and 8.3

A steady voltage equal to the rated voltage of the arrester is applied throughout the test period.

NOTE – When the rated voltage exceeds the highest voltage (between phases) of the system, by agreement between the user and the manufacturer, the test voltage chosen should be the latter.

6.2 Arresters for earthed neutral systems – Earth-fault factor between 1,2 and 1,4

A voltage of 0,75 to 0,8 (see note 1) times the rated voltage of the arrester, or 0,87 (= 1/1,15) times the specified continuous operating voltage*, whichever is lower, is applied initially and at intervals is increased quickly to a higher value corresponding in principle to the earth-fault voltage (see note 2) for 1 to 2 s, and then lowered quickly to the initial value. The intervals and higher voltage values are specified in 8.2, 8.3 and 8.4.

NOTES

- 1 The factors of 0,75 and 0,8 correspond to system earth-fault factors of 1,33 and 1,25 respectively.
- 2 The differences in the higher voltage levels used in 8.2, 8.3 and 8.4 are a reflection of the sensitivity of the method to the long rise and fall times necessitated with present testing techniques, compared with the very much shorter times occurring in service.
- 3 In some resistance earthed systems the earth-fault factor can continually exceed 1,4. Where the voltage rise can persist for more than 10 s, the procedure of 6.1 is applied. Where it persists less than 10 s, that of 6.2 is applied, however, with voltage levels to be agreed upon between the user and manufacturer.

7 Test procedure

7.1 Test initiation

The prepared arrester is installed in its test position. Pollution and voltage are applied according to the selected method. The test is deemed to have begun when the full test voltage as specified in clause 6 is applied under the relevant polluting conditions.

7.2 Test sequence

Tests should be made at each of the three pollution severities of 7.3 for the methods given in 8.2 and 8.3 and using the prescribed pollutant given in 8.4 and clause 9 for the method given in 8.4, and the occurrence noted of arrester sparkover or flashover of the surface insulation.

* Specified continuous operating voltage is a voltage which can be applied continuously between the arrester terminals. This value is equal to or less than the rated voltage.

7.3 Degrés de pollution

Les degrés de pollution sont caractérisés par la salinité de la solution pour la méthode du brouillard salin et par la conductivité du mélange polluant pour les méthodes utilisant une pollution solide. Les valeurs suivantes sont recommandées:

- brouillard salin (selon 8.2): 2,5 – 5,0 et 10 kg de NaCl/m³
- pollution solide – avec humidification (selon 8.3): 2,5 – 5,0 et 10 mS/cm
- pollution solide – avec séchage (selon 8.4): inférieure ou égale à 2,5 mS/cm

7.4 Interprétation de l'essai

Les résultats des essais permettent de définir le niveau de pollution qu'un parafoudre peut supporter sans amorçage lors de quatre essais avec un degré de pollution donné.

Aucun changement significatif de la tension d'amorçage à fréquence industrielle à sec ni du courant de répartition ne doit être constaté après l'essai de pollution.

7.5 Surveillance de l'essai: détection du claquage

Il convient que la tension d'essai appliquée, le courant interne et le courant de fuite superficiel soient enregistrés séparément avec un oscillographe de façon à distinguer un contournement d'un amorçage.

L'observation d'un brusque accroissement du courant superficiel approchant le courant de court-circuit, complétée généralement par l'observation visuelle et par l'observation auditive, est un signe de contournement. Un accroissement analogue du courant interne est un signe d'amorçage des éclateurs.

Un enregistrement montrant une chute de tension pendant environ cinq demi-périodes jusqu'à une valeur inférieure à 10% de la tension d'essai est l'indice d'un contournement. Des chutes de tension à des valeurs supérieures à 10% résultent d'amorçages du parafoudre.

8 Méthodes d'application de la pollution

8.1 Généralités

Les méthodes indiquées ci-dessous, bien que proches de celles qui sont recommandées pour la détermination de la tenue au contournement des isolateurs, décrites dans la CEI 507, ont été mises au point spécialement pour la détermination des caractéristiques d'amorçage des parafoudres sous pollution.

Deux types de méthodes sont proposées:

- a) Application d'un brouillard salin, selon 8.2, alors que le parafoudre est soumis à une tension (ou à des tensions) spécifiée(s).
- b) Dépôt d'une couche conductrice de polluant solide qui, dans un cas, est humidifiée avant l'application de la tension au(x) niveau(x) spécifié(s), selon 8.3, et, dans l'autre cas, est humidifiée pendant cette mise sous tension, selon 8.4.

8.2 Méthode du brouillard salin

Après avoir préparé le parafoudre conformément à 5.1, 5.2, 5.3 et 5.4, on projette une bruine ou un fin brouillard d'une solution saline dont on a contrôlé la concentration.

7.3 Pollution severities

The severities are characterized by the solution salinity for the salt-fog method and by the slurry suspension conductivity for the solid pollutant methods. The following levels are recommended:

- | | |
|---|---|
| - salt-fog according to 8.2: | 2,5, 5,0 and 10 kg of NaCl/m ³ ; |
| - solid pollutant – wetting according to 8.3: | 2,5, 5,0 and 10 mS/cm; |
| - solid pollutant – drying according to 8.4: | not greater than 2,5 mS/cm. |

7.4 Test evaluation

The results of the tests establish the severity which the arrester withstands without sparkover in four tests at a given severity.

There shall be no significant change in the dry power-frequency sparkover value nor grading current value following the test.

7.5 Test monitoring: indication of breakdown

The applied test voltage, the current flowing internally and the surface leakage current should be recorded separately with an oscillograph in order to distinguish between surface flashover or gap sparkover.

A sudden increase in surface current to near short-circuit current, usually supplemented by visual and aural observations, indicates a flashover. A similar increase in internal current indicates gap sparkover.

If the oscillogram shows a collapse of voltage for approximately five half cycles to a value less than 10% of the test voltage, an external flashover is indicated. A voltage collapse to values higher than 10% indicates gap sparkover.

8 Methods of applying pollution

8.1 General

The methods given below, although related to the procedures now established for determining the flashover performance of insulators (see IEC 507) have been specifically developed for determining the gap sparkover performance of arresters under pollution conditions.

Two basic methods are proposed:

- Application of a salt-fog, according to 8.2, while the arrester is energized at a specified voltage level(s).
- Application of a conducting layer of solid pollutant which, in one case, is wetted before voltage application at the specified level(s) according to 8.3 and, in the other, during this application according to 8.4.

8.2 Salt-fog method

After preparation in accordance with 5.1, 5.2, 5.3 and 5.4, a fine mist or fog of salt solution of controlled salinity is produced from arrays of special spray jets of specified design set 0,6 m apart

La projection s'effectue à l'aide d'un équipement de pulvérisateurs spéciaux d'un modèle spécifié distants de 0,6 m et disposés sur deux colonnes verticales situées sur deux côtés opposés du parafoudre. Ces pulvérisateurs sont alimentés par la solution saline et par de l'air comprimé. Le débit par ajutage de la solution pendant l'essai est de 0,5 l/min $\pm$ 5%. La pression d'alimentation en air comprimé est comprise entre 650 et 700 kPa.

Une description complète du dispositif et de son utilisation normale, y compris le préconditionnement, est donnée dans l'article 8 de la CEI 507.

Pour l'application, visée ici, à l'essai d'amorçage d'un parafoudre, il est recommandé d'arrêter la production du brouillard 15 min après le commencement de chaque essai et de laisser s'instaurer un processus de séchage pendant le reste de la période d'essai de 30 min.

La tension d'essai qui est spécifiée en 6.1 ou 6.2, suivant le cas, est appliquée pendant la période mentionnée ci-dessus ou jusqu'à l'apparition d'un amorçage ou d'un contournement. La tension d'essai «haute» mentionnée en 6.2 est la tension assignée du parafoudre ou une tension convenue, calculée à partir du produit de la tension la plus élevée du réseau entre phase et terre par le facteur de défaut à la terre; l'intervalle de temps entre deux montées de tension est fixé à 5 min.

Cette procédure est répétée après nettoyage du parafoudre entre chaque essai.

Quatre essais sont effectués avec chacune des trois salinités de référence indiquées en 7.3.

8.3 Méthode utilisant un polluant solide avec humidification

Après avoir été préparé conformément à 5.1, 5.2, 5.3 et 5.4, le parafoudre sec est complètement recouvert par projection, aussi uniformément que possible, avec la suspension indiquée en 9.1. Il est recommandé que la conductivité de surface de chaque élément du parafoudre (c'est-à-dire la conductance de chaque élément multipliée par le facteur de forme*), mesurée 2 min après la projection, ne s'écarte pas de la valeur moyenne de plus de 10%.

On laisse la couche sécher complètement avant de commencer l'essai. Quatre essais, durant chacun 30 min ou jusqu'à obtention d'un amorçage, sont effectués pour chacune des conductances de référence indiquées en 7.3. Chaque essai consiste en l'application de la tension d'essai décrite en 6.1 ou 6.2, suivant le cas. Avant chaque essai, le parafoudre sera rincé à l'eau du robinet et recouvert à nouveau.

La tension d'essai «haute» mentionnée en 6.2 est la tension assignée du parafoudre ou une tension convenue calculée à partir du produit de la tension la plus élevée du réseau entre phase et terre par le facteur de défaut à la terre; l'intervalle de temps entre deux montées de tension est fixé à 5 min.

Il convient de réaliser l'humidification de la couche préappliquée sur l'objet en essai à l'aide d'un brouillard de vapeur d'eau. Pour obtenir une humidification uniforme sur toute la longueur et sur la circonférence du parafoudre, il faut introduire une quantité suffisante de vapeur dans l'enceinte d'essai. Un débit de 0,5 kg de vapeur par heure et par mètre cube de volume de l'enceinte d'essai est suffisant. La vapeur peut être introduite par plusieurs tubes répartis à des distances régulières dans le bas de l'enceinte d'essai.

Si un contournement du parafoudre se produit à une tension égale ou inférieure à la tension assignée pendant le cycle d'essai, on doit effectuer de nouvelles tentatives pour réaliser le cycle

* Pour la définition du «facteur de forme», voir la CEI 507.