

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61952

Première édition
First edition
2002-07

**Isolateurs pour lignes aériennes –
Isolateurs composites rigides
à socle pour courant alternatif
de tension nominale >1 000 V**

**Insulators for overhead lines –
Composite line post insulators
for alternative current
with a nominal voltage >1 000 V**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 61952:2002

Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

Editions consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

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 cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- Site web de la CEI (www.iec.ch)
- Catalogue des publications de la CEI

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI (www.iec.ch/catlg-f.htm) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.

- IEC Just Published

Ce résumé des dernières publications parues (www.iec.ch/JP.htm) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.

- Service clients

Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

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

Publication numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series. For example, IEC 34-1 is now referred to as IEC 60034-1.

Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Further information on IEC publications

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 this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is also available from the following:

- IEC Web Site (www.iec.ch)
- Catalogue of IEC publications

The on-line catalogue on the IEC web site (www.iec.ch/catlg-e.htm) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. On-line information is also available on recently issued publications, withdrawn and replaced publications, as well as corrigenda.

- IEC Just Published

This summary of recently issued publications (www.iec.ch/JP.htm) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.

- Customer Service Centre

If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:

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

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61952

Première édition
First edition
2002-07

**Isolateurs pour lignes aériennes –
Isolateurs composites rigides
à socle pour courant alternatif
de tension nominale >1 000 V**

**Insulators for overhead lines –
Composite line post insulators
for alternative current
with a nominal voltage >1 000 V**

© IEC 2002 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.

International Electrotechnical Commission, 3, rue de Varembé, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: inmail@iec.ch Web: www.iec.ch



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

AVANT-PROPOS	4
INTRODUCTION	6
1 Domaine d'application et objet	10
2 Références normatives	10
3 Définitions	12
4 Identification	16
5 Classification des essais	16
5.1 Essais de conception	16
5.2 Essais de type	20
5.3 Essais sur prélèvements	20
5.4 Essais individuels	20
6 Essais de conception	20
6.1 Généralités	20
6.2 Essais des interfaces et des connexions des armatures d'extrémité	20
6.3 Essais de charge du noyau assemblé	24
6.4 Essais du matériau de revêtement et des ailettes	26
6.5 Essais du matériau du noyau	32
7 Essais de type	34
7.1 Vérification des dimensions	36
7.2 Essais électriques	36
7.3 Essais mécaniques	38
8 Essais sur prélèvements	40
8.1 Règles générales	40
8.2 Vérification des dimensions (E1 + E2)	40
8.3 Essai de galvanisation (E1 + E2)	40
8.4 Vérification de la CFS (E1)	40
8.5 Contre-épreuve	42
9 Essais individuels	42
9.1 Essai de traction	42
9.2 Examen visuel	42
Annexe A (informative) Notes sur les charges et les essais mécaniques	50
Annexe B (informative) Détermination du moment de flexion équivalent résultant de charges combinées	54
Annexe C (informative) Explication du principe des classes pour les essais de conception	60
Bibliographie	62
Figure 1 – Précontrainte thermo-mécanique – Cycles typiques	44
Figure 2 – Exemple de cuve à ébullition pour l'essai de pénétration d'eau	46
Figure 3 – Electrodes pour l'essai sous tension	48
Figure 4 – Circuit typique pour l'essai sous tension	48
Figure B.1 – Charges combinées appliquées aux isolateurs sans hauban	56
Figure B.2 – Charges combinées appliquées aux isolateurs haubanés	58

CONTENTS

FOREWORD	5
INTRODUCTION	7
1 Scope and object	11
2 Normative references	11
3 Definitions	13
4 Identification	17
5 Classification of tests	17
5.1 Design tests	17
5.2 Type tests	21
5.3 Sample tests	21
5.4 Routine tests	21
6 Design tests	21
6.1 General	21
6.2 Tests on interfaces and connections of end fittings	21
6.3 Assembled core load tests	25
6.4 Tests of shed and housing material	27
6.5 Tests for the core material	33
7 Type tests	35
7.1 Verification of dimensions	37
7.2 Electrical tests	37
7.3 Mechanical tests	39
8 Sample tests	41
8.1 General rules	41
8.2 Verification of dimensions (E1 + E2)	41
8.3 Galvanizing test (E1 + E2)	41
8.4 Verification of the SCL (E1)	41
8.5 Re-testing procedure	43
9 Routine tests	43
9.1 Tensile load test	43
9.2 Visual examination	43
Annex A (informative) Notes on the mechanical loads and tests	51
Annex B (informative) Determination of the equivalent bending moment caused by combined loads	55
Annex C (informative) Explanation of the concept of classes for the design tests	61
Bibliography	63
Figure 1 – Thermal-mechanical pre-stressing test –Typical cycles	45
Figure 2 – Example of a boiling container for the water diffusion test	47
Figure 3 – Electrodes for the voltage test	49
Figure 4 – Typical circuit for the voltage test	49
Figure B.1 – Combined loads applied to unbraced insulators	57
Figure B.2 – Combined loads applied to braced insulators	59

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ISOLATEURS POUR LIGNES AÉRIENNES – ISOLATEURS COMPOSITES RIGIDES À SOCLE POUR COURANT ALTERNATIF DE TENSION NOMINALE >1000 V

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Électrotechnique 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 concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, spécifications techniques, rapports techniques ou guides et agréés comme tels 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.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 61952 a été établie par le sous-comité 36B: Isolateurs pour lignes aériennes, du comité d'études 36 de la CEI: Isolateurs.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
36B/208/FDIS	36B/209/RVD

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

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 3.

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

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2004. A cette date, la publication sera

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**INSULATORS FOR OVERHEAD LINES –
COMPOSITE LINE POST INSULATORS FOR ALTERNATIVE CURRENT
WITH A NOMINAL VOLTAGE >1 000 V**

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 co-operation 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 express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical specifications, 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.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 61952 has been prepared by subcommittee 36B: Insulators for overhead lines, of IEC technical committee 36: Insulators.

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

FDIS	Report on voting
36B/208/FDIS	36B/209/RVD

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

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 3.

Annexes A, B, and C are for information only.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2004. At this date, the publication will be

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

INTRODUCTION

Les isolateurs composites rigides à socle pour lignes aériennes sont constitués d'un noyau isolant cylindrique plein supportant la charge mécanique, protégé par un revêtement en élastomère, les charges étant transmises au noyau par des armatures métalliques. Malgré ces caractéristiques communes, les matériaux et les méthodes de construction utilisés par différents fabricants peuvent varier.

Certains essais ont été regroupés sous le terme d'«essais de conception», à n'effectuer qu'une seule fois pour les isolateurs de même conception. Les essais de conception sont réalisés pour éliminer les modèles et les matériaux non appropriés pour les applications à haute tension. L'influence du temps sur les propriétés électriques et mécaniques de l'isolateur composite rigide à socle et de ses composants (matériau du noyau, matériau du revêtement, interfaces, etc.) a été prise en considération dans la spécification des essais de conception, de façon à assurer une durée de vie satisfaisante dans des conditions de service normales.

Pour les essais mécaniques sous charges de flexion, l'approche utilisée dans cette norme est basée sur les travaux de la CIGRE. Cette approche utilise le concept de limite d'endommagement, qui est la contrainte maximale susceptible de se développer dans l'isolateur avant que des dommages ne se manifestent. L'annexe A fournit quelques indications sur les charges et les essais mécaniques utilisés dans cette norme.

Les isolateurs composites rigides à socle sont souvent utilisés dans des structures à hauban dont la géométrie varie d'une ligne à l'autre. Un essai de charge combiné visant à reproduire les cas de charges complexes dans ces structures ne rentre pas dans le cadre de cette norme et il serait très difficile de spécifier un essai général couvrant la majorité des cas de géométrie et de répartition des charges. Pour donner quelques indications, l'annexe B explique comment calculer le moment résultant de charges combinées dans les isolateurs. Ce moment peut alors être assimilé à une charge ou à une contrainte de flexion équivalente à des fins de conception.

Les essais mécaniques de compression ne sont pas spécifiés dans cette norme. Les efforts mécaniques produits par les contraintes de service sur les isolateurs rigides à socle sont principalement des efforts combinés. Ces efforts provoqueront un fléchissement des isolateurs. L'application de charges de compression sur des isolateurs pré-fléchis conduira à des résultats dépendant en très grande partie de la pré-flexion. Par conséquent, un essai de compression pure est peu significatif puisque le fléchissement avant compression ne peut être spécifié.

Les essais sous pollution, tels que spécifiés dans la CEI 60507, ne sont pas inclus dans cette norme, leur applicabilité aux isolateurs composites rigides à socle n'ayant pas été prouvée. Ces essais sous pollution effectués sur des isolateurs en matériaux non céramiques ne sont pas corrélés avec l'expérience en service. Des essais de pollution spécifiques pour les isolateurs non céramiques sont à l'étude.

L'essai de cheminement et d'érosion décrit dans cette norme est basé sur l'essai spécifié dans la CEI 61109. Toutefois, lors de la rédaction de la présente norme, il a été décidé d'étudier la possibilité de préparer une norme générale sur les essais de cheminement, d'érosion et de vieillissement pour tous les types d'isolateurs composites. Les prescriptions relatives aux essais de 1 000 h et aux essais alternatifs pour les environnements sévères sont donc fournies à titre provisoire, jusqu'à publication de la norme générale par la CEI.

INTRODUCTION

Composite line post insulators consist of a cylindrical solid insulating core, bearing the mechanical load, protected by an elastomer housing, the loads being transmitted to the core by metal fittings. Despite these common features, the materials used and the construction details employed by different manufacturers may be different.

Some tests have been grouped together as "design tests" to be performed only once for insulators of the same design. Design tests are performed in order to eliminate designs and materials not suitable for high-voltage applications. The influence of time on the electrical and mechanical properties of the complete composite line post insulator and its components (core material, housing material, interfaces, etc.) has been considered in specifying the design tests in order to ensure a satisfactory lifetime under normal service conditions.

The approach for mechanical testing under bending loads used in this standard is based on the work of CIGRE. This approach uses the concept of a damage limit which is the maximum stress which can be developed in the insulator before damage begins to occur. Annex A gives some notes on the mechanical loads and tests used in this standard.

Line post insulators are often used in braced structures whose geometry varies from line to line. A combined loading test to reproduce the complex loading cases in such structures is outside the scope of this standard and it would be very difficult to specify a general test which covers the majority of geometry and loading cases. In order to give some guidance, annex B explains how to calculate the moment in the insulators resulting from combined loads. This moment can then be equated to an equivalent bending load or stress for design purposes.

Compression load tests are not specified in this standard. The mechanical loads expected from service stress acting on line post insulators are mostly combined loads. These loads will cause some deflection on the insulator. Compression loads applied on pre-deflected insulators will lead to results largely dependent on the pre-deflection. Therefore a pure compression test has little meaning since the deflection prior to the cantilever load test cannot be specified.

Pollution tests, as specified in IEC 60507, are not included in this standard, their applicability to composite line post insulators not having been proven. Such pollution tests performed on insulators made of non-ceramic materials do not correlate with experience obtained from service. Specific pollution tests for non-ceramic insulators are under consideration.

The tracking and erosion test given in this standard is based on the test specified in IEC 61109. However, when this standard was drafted, it had been decided to study the possibility of preparing a general standard on tracking, erosion and ageing tests for all types of composite insulators. The prescriptions concerning the 1 000 h and alternative tests for severe environmental conditions are therefore given as a temporary measure until such time as the general standard is issued by the IEC.

Dans le cas d'isolateurs destinés à une utilisation dans des conditions d'environnement sévères, un essai de vieillissement multi-contraintes supplémentaire peut être envisagé (tel que l'essai de vieillissement de 5 000 h présenté à l'annexe C de la CEI 61109. Toutefois, la CIGRÉ et la CEI étudient actuellement la représentativité, la répétabilité et la reproductibilité des essais de vieillissement et émettront des recommandations dans l'avenir. Entre-temps, il est recommandé de prêter une attention particulière lorsque l'on spécifie le type et les paramètres de tels essais.

Il n'a pas été jugé utile de spécifier un essai d'arc de puissance parmi les essais obligatoires. Les paramètres de l'essai sont nombreux et peuvent avoir des valeurs très différentes selon les configurations du réseau et les supports et selon la conception des dispositifs de protection contre les arcs. L'effet de la chaleur des arcs de puissance doit être pris en considération dans la conception des armatures métalliques. Les dommages critiques subis par les armatures métalliques et dus à l'amplitude et à la durée du courant de court-circuit, peuvent être évités en concevant des dispositifs de protection appropriés contre les arcs. Cette norme n'exclut cependant pas la possibilité d'un essai d'arc de puissance, après accord entre l'utilisateur et le fabricant. La CEI 61467 fournit des détails sur les essais d'arc de puissance en courant alternatif des chaînes d'isolateurs équipées.

Les essais de perturbations radioélectriques et d'effet couronne ne sont pas spécifiés dans cette norme car les performances en perturbations radioélectriques et effet couronne ne sont pas des caractéristiques de l'isolateur seul.

Les isolateurs composites creux à socle destinés aux lignes aériennes ne sont actuellement pas traités dans cette norme. La CEI 61462 fournit des indications d'essais sur les isolateurs composites creux, dont beaucoup sont applicables à de tels isolateurs de ligne.

Les charges de torsion ne sont pas abordées dans cette norme car elles sont généralement négligeables dans la configuration où sont habituellement utilisés les isolateurs rigides à socle. Les applications spécifiques, où des charges de torsion élevées peuvent être appliquées, sont en dehors du domaine d'application de cette norme.

For insulators intended for use in severe environmental conditions, a supplementary multi-stress ageing test may be considered (such as the 5 000 h ageing test in annex C of IEC 61109). However CIGRE and IEC are currently studying the representativity, repeatability and reproducibility of ageing tests and will issue guidance in the future. In the meantime, it is recommended that particular care be taken when specifying the type and parameters of such tests.

It has not been considered useful to specify a power arc test as a mandatory test. The test parameters are manifold and can have very different values depending on the configurations of the network and the supports and on the design of arc-protection devices. The heating effect of power arcs should be considered in the design of metal fittings. Critical damage to the metal fittings, resulting from the magnitude and duration of the short-circuit current can be avoided by properly designed arc-protection devices. This standard, however, does not exclude the possibility of a power arc test if agreed between the user and manufacturer. IEC 61467 gives details of a.c. power arc testing of insulator sets.

Radio interference and corona tests are not specified in this standard since the RIV and corona performance are not characteristics of the insulator alone.

Composite, hollow core, line post insulators are currently not dealt with in this standard. IEC 61462 gives details of tests on hollow core, composite insulators, many of which can be applied to such line post insulators.

Torsion loads are not dealt with in this standard since they are usually negligible in the configuration in which line post insulators are generally used. Specific applications where high torsion loads can occur are outside the scope of this standard.

ISOLATEURS POUR LIGNES AÉRIENNES – ISOLATEURS COMPOSITES RIGIDES À SOCLE POUR COURANT ALTERNATIF DE TENSION NOMINALE >1 000 V

1 Domaine d'application et objet

La présente Norme internationale est applicable aux isolateurs composites rigides à socle constitués d'un noyau isolant cylindrique supportant la charge, composé de fibres – habituellement en verre – dans une matrice à base de résine, d'un revêtement (extérieur au noyau isolant) en matériau élastomère (par exemple silicone ou éthylène-propylène) et d'armatures d'extrémité reliées de façon permanente au noyau isolant.

Lorsqu'ils supportent les conducteurs de ligne, les isolateurs composites rigides à socle couverts par cette norme sont soumis à des charges de flexion, de traction et de compression.

Ils sont prévus pour être utilisés sur des lignes aériennes à courant alternatif de tension nominale supérieure à 1 000 V et de fréquence ne dépassant pas 100 Hz.

La présente norme a pour objet:

- de définir les termes employés,
- de fixer les méthodes d'essai,
- de fixer les critères d'acceptation ou de rejet d'une fourniture.

Cette norme n'inclut pas d'exigences relatives au choix des isolateurs pour des conditions de service spécifiques.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60060-1:1989, *Techniques des essais à haute tension – Première partie: Définitions et prescriptions générales relatives aux essais*

CEI 60383-1:1993, *Isolateurs pour lignes aériennes de tension nominale supérieure à 1 000 V – Partie 1: Eléments d'isolateurs en matière céramique ou en verre pour systèmes à courant alternatif – Définitions, méthodes d'essai et critères d'acceptation*

CEI 60383-2:1993, *Isolateurs pour lignes aériennes de tension nominale supérieure à 1 000 V – Partie 2: Chaînes d'isolateurs et chaînes d'isolateurs équipées pour systèmes à courant alternatif – Définitions, méthodes d'essai et critères d'acceptation*

CEI 60695-11-10:1999, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 11-10: Flammes d'essai – Méthodes d'essai horizontale et verticale à la flamme de 50 W*

ISO 868:1985, *Plastiques et ébonite – Détermination de la dureté par pénétration au moyen d'un duromètre (dureté Shore)*

INSULATORS FOR OVERHEAD LINES – COMPOSITE LINE POST INSULATORS FOR ALTERNATIVE CURRENT WITH A NOMINAL VOLTAGE >1 000 V

1 Scope and object

This International Standard applies to composite line post insulators consisting of a load-bearing, cylindrical, insulating solid core made up of fibres – usually glass – in a resin-based matrix, a housing (outside the insulating core) made of elastomer material (e.g. silicone or ethylene-propylene) and end fittings permanently attached to the insulating core.

Composite line post insulators covered by this standard are subjected to cantilever, tensile and compressive loads, when supporting the line conductors.

They are intended for use on a.c. overhead lines with a rated voltage greater than 1 000 V and a frequency not greater than 100 Hz.

The object of this standard is to

- define the terms used,
- prescribe test methods,
- prescribe acceptance or failure criteria.

This standard does not include requirements dealing with the choice of insulators for specific operating conditions.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60060-1:1989, *High-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements*

IEC 60383-1:1993, *Insulators for overhead lines with a nominal voltage above 1 000 V – Part 1: Ceramic or glass insulator units for a.c. systems – Definitions, test methods and acceptance criteria*

IEC 60383-2:1993, *Insulators for overhead lines with a nominal voltage above 1 000 V – Part 2: Insulator strings and insulator sets for a.c. systems – Definitions, test methods and acceptance criteria*

IEC 60695-11-10:1999, *Fire hazard testing – Part 11-10: Test flames – 50 W horizontal and vertical flame test methods*

ISO 868:1985, *Plastics and ebonite – Determination of indentation hardness by means of a durometer (Shore hardness)*

ISO 3274:1996, *Spécification géométrique des produits (GPS) – Etat de surface: Méthode du profil – Caractéristiques nominales des appareils à contact (palpeur)*
ISO 3274:1996/Cor. 1:1998

ISO 3452 (toute les parties), *Essais non destructifs – Contrôle par ressuage*

ISO 4287:1997, *Spécification géométrique des produits (GPS) – Etat de surface: Méthode du profil – Termes, définitions et paramètres d'état de surface*
ISO 4287:1997/Cor. 1:1998

ISO 4892-1:1999, *Plastiques – Méthodes d'exposition à des sources lumineuses de laboratoire – Partie 1: Guide général*

ISO 4892-2:1994, *Plastiques – Méthodes d'exposition à des sources lumineuses de laboratoire – Partie 2: Source à arc au xénon*

ISO 4892-3:1994, *Plastiques – Méthodes d'exposition à des sources lumineuses de laboratoire – Partie 3: Lampes fluorescentes UV*

3 Définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les définitions suivantes s'appliquent.

3.1

isolateur composite rigide à socle

isolateur constitué d'un noyau solide isolant cylindrique supportant la charge, d'un revêtement et d'armatures d'extrémité reliées au noyau isolant. Il est destiné à être soumis à des charges en flexion, traction et compression

3.2

noyau

partie isolante interne d'un isolateur composite, conçue pour assurer les caractéristiques mécaniques. Le noyau est généralement constitué de fibres de verre disposées dans une matrice à base de résine

3.3

revêtement

partie isolante externe d'un isolateur composite, qui assure la ligne de fuite nécessaire et protège le noyau de l'environnement. Une gaine intermédiaire en matériau isolant peut faire partie du revêtement

3.4

profil du revêtement

forme et dimensions du revêtement qui comprend les éléments suivants:

- profondeur(s) de l'ailette
- épaisseur de l'ailette à sa base et à son sommet
- pas de(s) ailette(s)
- répétition des ailettes
- inclinaison(s) des ailettes

ISO 3274:1996, *Geometrical Product Specifications (GPS) – Surface texture: Profile method – Nominal characteristics of contact (stylus) instruments*
ISO 3274:1996/Cor. 1:1998

ISO 3452 (all parts), *Non-destructive testing – Penetrant inspection*

ISO 4287:1997, *Geometrical Product Specifications (GPS) – Surface texture: Profile method – Terms, definitions and surface texture parameters*
ISO 4287:1997/Cor. 1:1998

ISO 4892-1:1999, *Plastics – Methods of exposure to laboratory light sources – Part 1: General guidance*

ISO 4892-2:1994, *Plastics – Methods of exposure to laboratory light sources – Part 2: Xenon-arc sources*

ISO 4892-3:1994, *Plastics – Methods of exposure to laboratory light sources – Part 3: Fluorescent UV lamps*

3 Definitions

For the purposes of this International Standard, the following definitions apply.

3.1

composite line post insulator

insulator consisting of a load-bearing cylindrical insulating solid core, a housing and end fittings attached to the insulating core. It is intended to be subjected to cantilever, tensile and compressive loads

3.2

core

internal insulating part of a composite line post insulator designed to ensure the mechanical characteristics. The core usually consists of glass-fibres in a resin-based matrix

3.3

housing

external insulating part of composite line post insulator providing necessary creepage distance and protecting core from environment. An intermediate sheath made of insulating material may be part of the housing

3.4

housing profile

shape and dimensions of the housing which include the following:

- shed overhang(s)
- shed thickness at the base and at the tip
- shed spacing
- shed repetition
- shed inclination(s).

3.5

aillette

partie en saillie du revêtement destinée à augmenter la ligne de fuite

3.6

interface

surface de contact entre les différents matériaux. La plupart des isolateurs composites rigides à socle présentent plusieurs interfaces, à savoir

- entre fibres de verre et résine d'imprégnation,
- entre noyau et revêtement,
- entre les diverses parties du revêtement, par exemple entre les ailettes ou entre les ailettes et la gaine,
- entre le revêtement, le noyau et les armatures d'extrémité

3.7

armatures d'extrémité d'un isolateur composite rigide à socle

dispositifs faisant partie intégrale et permanente de l'isolateur et destinés à le relier à une structure de support ou à un accessoire du conducteur. Le socle de l'isolateur composite rigide à socle est l'armature située à la base de l'isolateur, sur laquelle la contrainte maximale de flexion est susceptible de se produire. L'armature, côté ligne, est celle où s'applique généralement l'effort de flexion

3.8

zone de connexion

zone où la charge mécanique est transmise entre le noyau et l'armature d'extrémité

3.9

zone de couplage

partie de l'armature d'extrémité qui transmet la charge aux accessoires externes à l'isolateur composite rigide à socle

3.10

cheminement

dégradation irréversible consistant en la formation de sillons conducteurs qui apparaissent et se développent à la surface d'un matériau isolant. Ces sillons sont conducteurs même à sec. Le cheminement peut se produire sur des surfaces au contact de l'air et aussi aux interfaces entre les différents matériaux isolants

3.11

érosion

dégradation irréversible et non conductrice qui peut se produire à la surface de l'isolateur, par perte de matière. Elle peut être uniforme, localisée ou arborescente

NOTE Après un amorçage partiel, de légères traces superficielles, généralement arborescentes, peuvent apparaître sur les isolateurs composites rigides à socle, comme sur les isolateurs en porcelaine. Tant qu'elles ne sont pas conductrices, ces traces ne sont pas préjudiciables. Lorsqu'elles sont conductrices, elles sont classées comme cheminement.

3.12

délaminage du noyau

perte d'adhérence irréversible entre les fibres laminées visible à l'œil nu

3.13

craquelure

toute fracture interne ou superficielle d'une profondeur supérieure à 0,1 mm

3.5**shed**

projecting part of the housing intended to increase the creepage distance

3.6**interface**

surface between different materials. Various interfaces occur in most composite line post insulators, e.g.

- between glass fibres and impregnating resin,
- between core and housing,
- between various parts of the housing, e.g. between sheds or between sheds and sheath,
- between housing, core and end fittings

3.7**end fittings of a composite line post insulator**

devices forming an integral and permanent part of the insulator intended to connect it to a supporting structure or to conductor hardware. The base end fitting of a composite line post insulator is where the maximum cantilever stress usually occurs. The line end fitting is where the cantilever load is usually applied

3.8**connection zone**

zone where the mechanical load is transmitted between the core and the end fitting

3.9**coupling zone**

part of the end fitting which transmits the load to the hardware external to the composite line post insulator

3.10**tracking**

irreversible degradation consisting of the formation of conductive paths starting and developing on the surface of an insulating material. These paths are conductive even under dry conditions. Tracking can occur on surfaces in contact with air and also on the interfaces between different insulating materials

3.11**erosion**

irreversible and non-conducting degradation of the surface of the insulator that occurs by loss of material. This can be uniform, localized or tree-shaped

NOTE Light surface traces, commonly tree-shaped, can occur on composite line post insulators, as on ceramic insulators, after partial flashover. These traces are not considered to be objectionable as long as they are non-conducting. When they are conducting they are classed as tracking.

3.12**delamination of the core**

irreversible loss of bonding within fibre laminates perceivable by the naked eye

3.13**crack**

any internal fracture or surface fissure of depth greater than 0,1 mm

3.14

charge de flexion spécifiée (CFS)

charge en flexion qui peut être supportée par l'isolateur aux armatures d'extrémité lorsqu'il est essayé dans les conditions prescrites. La valeur et la direction de cette charge sont spécifiées par le fabricant

3.15

charge de flexion maximale de conception (CFMC)

niveau de charge au-delà duquel le noyau commence à être endommagé, et qui est la limite ultime des charges en service. Cette valeur et la direction de la charge sont spécifiées par le fabricant

3.16

charge de traction spécifiée (CTS)

charge de traction qui peut être supportée par l'isolateur lorsqu'il est essayé dans les conditions prescrites. Cette valeur est spécifiée par le fabricant

3.17

charge de rupture d'un isolateur composite rigide à socle

charge maximale atteinte lorsque l'isolateur est essayé dans les conditions prescrites

NOTE Le noyau est susceptible d'être endommagé à des charges inférieures à la charge de rupture de l'isolateur.

4 Identification

Le plan du fabricant doit indiquer les dimensions appropriées et les valeurs nécessaires à l'identification et à l'essai de l'isolateur, conformément à la présente norme. Le plan doit aussi indiquer les tolérances de fabrication applicables. La désignation CEI correspondante doit également figurer sur le plan.

Chaque isolateur doit porter le nom ou la marque du fabricant et l'année de fabrication. De plus, chaque isolateur doit porter la valeur de la CFMC ou la désignation CEI correspondante. Ces indications doivent être clairement lisibles et indélébiles.

NOTE Actuellement, il n'existe pas de norme CEI donnant les désignations des isolateurs composites rigides à socle.

5 Classification des essais

Les essais sont divisés en quatre groupes, à savoir:

5.1 Essais de conception

Ces essais ont pour but de vérifier que la conception, les matériaux et la méthode de fabrication (technologie) sont appropriés. La conception d'un isolateur composite rigide à socle est définie par

- les matériaux du noyau, du revêtement et la méthode de fabrication,
- le matériau, la conception et la méthode de fixation des armatures d'extrémité;
- l'épaisseur du revêtement recouvrant le noyau (y compris la gaine le cas échéant);
- le diamètre du noyau.

En cas de modifications dans la conception, la requalification doit être effectuée conformément au tableau 1.

3.14**specified cantilever load (SCL)**

cantilever load which can be withstood by the insulator at the line end fitting when tested under the prescribed conditions. This value is specified by the manufacturer

3.15**maximum design cantilever load (MDCL)**

load level above which damage to the core begins to occur and which is the ultimate limit for service loads. This value and direction of the load are specified by the manufacturer

3.16**specified tensile load (STL)**

tensile load which can be withstood by the insulator when tested under the prescribed conditions. This value is specified by the manufacturer

3.17**failing load of a composite line post insulator**

maximum load that is reached when tested under the prescribed conditions

NOTE Damage to the core is likely to occur at loads lower than the insulator failing load.

4 Identification

The manufacturer's drawing shall show the relevant dimensions and values necessary for identifying and testing the insulator in accordance with this standard. The drawing shall also show applicable manufacturing tolerances. In addition, the relevant IEC designation shall figure on the drawing.

Each insulator shall be marked with the name or trade mark of the manufacturer and the year of manufacture. In addition, each insulator shall be marked with the MDCL or with the relevant IEC designation. These markings shall be legible and indelible.

NOTE At present there is no IEC standard giving designations of composite line post insulators.

5 Classification of tests

The tests are divided into four groups as follows:

5.1 Design tests

These tests are intended to verify the suitability of the design, materials and method of manufacture (technology). A composite line post insulator design is defined by

- materials of the core, housing and manufacturing method,
- material of the end fittings, their design and method of attachment,
- layer thickness of the housing over the core (including a sheath where used),
- diameter of the core.

When changes in the design occur, re-qualification shall be carried out in accordance with table 1.

Tableau 1 – Essais à effectuer après des changements de conception

SI la modification dans la conception de l'isolateur concerne: ...		ALORS les essais de conception suivants doivent être repris:							
		6.2	6.3	6.4.1	6.4.2	6.4.3	6.4.4	6.5.1	6.5.2
		Interfaces et connexion des armatures d'extrémité	Essais de chargement du noyau assemblé	Essai de dureté	Essais climatiques accélérés	Essai de cheminement et d'érosion	Essai d'inflammabilité	Essai de pénétration de colorant	Essai de pénétration d'eau
1	Matériaux de revêtement	x		x	x	x	x		
2	Profil du revêtement ^a	x ^b				x			
3	Matériau du noyau	x	x					x	x
4	Diamètre du noyau	x	x					x	x
5	Procédé de fabrication	x	x	x	x	x		x	x
6	Matériau des armatures d'extrémité	x	x						
7a	Conception de la zone de connexion des armatures d'extrémité	x	x						
7b	Conception du couplage du socle		x						
7c	Conception de l'interface noyau/revêtement/armature d'extrémité	x							
8	Méthode de fixation des armatures d'extrémité au noyau	x	x						
^a Des variations de profil selon les tolérances suivantes ne sont pas considérées comme un changement: Profondeur: $\pm 15\%$ Diamètre: $\pm 15\%$ Epaisseur à la base et au sommet: $\pm 15\%$ Pas: $\pm 25\%$ Inclinaison moyenne des ailettes: $\pm 3\%$ Répétition des ailettes: Identique ^b Sauf 6.2.2.1 et 6.2.3.3.									

Lorsqu'un isolateur composite rigide à socle est soumis aux essais de conception, il devient un isolateur représentatif d'une classe de conception et les résultats doivent être valables pour toute cette classe. L'annexe C donne des explications sur les principes des classes. L'isolateur représentatif essayé définit une classe de conception d'isolateurs ayant les caractéristiques suivantes:

- A même matériaux pour le noyau et le revêtement et même méthode de fabrication;
- B même matériau pour les armatures d'extrémité, même conception et même méthode de fixation;
- C épaisseur minimale du revêtement sur le noyau égale ou supérieure (y compris la gaine intermédiaire le cas échéant) avec une tolérance de $\pm 15\%$;
- D rapport égal ou inférieur de toutes les charges mécaniques sur le plus petit diamètre de noyau entre les armatures d'extrémité;
- E diamètre du noyau égal ou supérieur;
- F mêmes paramètres du profil du revêtement dans une tolérance de $\pm 15\%$, sauf pour le pas où la tolérance est de $\pm 25\%$.

Table 1 – Tests to be carried out after design changes

IF the change in insulator design concerns: ...		THEN the following design tests shall be repeated:							
		6.2	6.3	6.4.1	6.4.2	6.4.3	6.4.4	6.5.1	6.5.2
		Interfaces and connections of end fittings	Assembled core load tests	Hardness test	Accelerated weathering test	Tracking and erosion test	Flammability test	Dye penetration test	Water diffusion test
1	Housing materials	x		x	x	x	x		
2	Housing profile ^a	x ^b				x			
3	Core material	x	x					x	x
4	Core diameter	x	x					x	x
5	Manufacturing process	x	x	x	x	x		x	x
6	End fitting material	x	x						
7a	End fitting connection zone design	x	x						
7b	Base end fitting coupling design		x						
7c	Core/housing/end fitting interface design	x							
8	End fitting method of attachment to core	x	x						

^a Variations of the profile within following tolerances do not constitute a change:

Overhang: ±15 %

Diameter: +15 %
0

Thickness at base and tip: ±15 %

Spacing : ±25 %

Mean shed inclination: ±3 %

Shed repetition: Identical

^b Except 6.2.2.1 and 6.2.3.3.

When a composite line post insulator is submitted to the design tests, it becomes a parent insulator for a design class and the results shall be considered valid for the whole class. Annex C gives information on the design class concept. This tested parent insulator defines a design class of insulators which have the following characteristics:

- A same materials for the core and housing and same manufacturing method;
- B same material for the end fittings, same design and same method of attachment;
- C same or greater minimum layer thickness of the housing over the core (including an intermediate sheath where used) within a tolerance of $\pm 15\%$;
- D same or smaller ratio of all mechanical loads to the smallest core diameter between fittings;
- E same or greater diameter of the core;
- F same housing profile parameters within a tolerance of $\pm 15\%$, except for spacing where the tolerance is $\pm 25\%$.

5.2 Essais de type

Ces essais ont pour but de vérifier les principales caractéristiques d'un isolateur composite rigide à socle, qui dépendent essentiellement de sa forme et de sa taille. Les essais de type doivent être effectués sur les isolateurs composites appartenant à une classe de conception déjà qualifiée. Les essais de type ne doivent être répétés que lorsque le type d'isolateur composite change (voir article 7 pour de plus amples renseignements sur les types d'isolateurs).

5.3 Essais sur prélèvements

Ces essais ont pour but de vérifier les caractéristiques des isolateurs composites rigides à socle, qui dépendent de la qualité de la fabrication et des matériaux utilisés. Ces essais doivent être effectués sur des isolateurs prélevés au hasard dans des lots présentés pour réception.

5.4 Essais individuels

Ces essais ont pour but d'éliminer tout isolateur composite rigide à socle présentant des défauts de fabrication. Ces essais doivent être effectués sur chaque isolateur composite rigide à socle à livrer.

6 Essais de conception

6.1 Généralités

Les essais de conception ne doivent être effectués qu'une seule fois et les résultats doivent être consignés dans un rapport d'essai. Chaque partie peut être effectuée indépendamment sur de nouveaux échantillons le cas échéant. L'isolateur composite rigide à socle d'une conception donnée ne doit être considéré comme accepté que lorsque tous les isolateurs ou les échantillons d'essai ont satisfait tous les essais de conception.

6.2 Essais des interfaces et des connexions des armatures d'extrémité

6.2.1 Echantillon d'essai

Pour cette série d'essais, quatre isolateurs assemblés sur la ligne de production doivent être choisis. L'un d'eux sert de référence pour l'essai sous tension à fréquence industrielle à sec décrit en 6.2.3.3. La longueur de l'isolation (intervalle métal-métal) doit être égale à au moins 15 fois le diamètre du noyau.

Si le fabricant n'est équipé que pour produire des isolateurs plus courts que 15 fois le diamètre du noyau, les essais de conception peuvent être effectués sur des isolateurs de la longueur disponible. Les résultats ne sont toutefois valables que jusqu'aux longueurs essayées.

Si les isolateurs n'ont pas déjà subi les essais individuels, ils doivent être examinés visuellement et leur conformité aux plans doit être vérifiée. Ils doivent ensuite être soumis à l'essai de charge de traction individuel selon 9.1.

6.2.2 Précontrainte

Les précontraintes doivent être appliquées sur trois échantillons dans l'ordre indiqué ci-dessous.

5.2 Type tests

These tests are intended to verify the main characteristics of a composite line post insulator which depend mainly on its shape and size. Type tests shall be applied to composite insulators belonging to an already qualified design class. The type tests shall be repeated only when the type of the composite insulator is changed (see clause 7 for more details of insulator types).

5.3 Sample tests

These tests are intended to verify the characteristics of composite line post insulators which depend on the quality of manufacture and materials used. They shall be made on insulators taken at random from lots offered for acceptance.

5.4 Routine tests

These tests are intended to eliminate composite line post insulators with manufacturing defects. They shall be made on every composite line post insulator to be supplied.

6 Design tests

6.1 General

The design tests shall be performed only once and the results shall be recorded in a test report. Each part can be performed independently on new test specimens where appropriate. The composite line post insulator of a particular design shall be deemed accepted only when all insulators or test specimens have satisfied all the design tests.

6.2 Tests on interfaces and connections of end fittings

6.2.1 Test specimen

For this series of tests four insulators assembled on the production line shall be selected. One of these is reserved as reference for the dry power-frequency voltage test described in 6.2.3.3. The insulation length (metal to metal spacing) shall be at least 15 times the core diameter.

If the manufacturer only has facilities to produce insulators shorter than 15 times the core diameter, the design tests may be performed on insulators of those lengths available to him. However the results are only valid for up to the lengths tested.

If not already routine tested, the insulators shall be examined visually and their conformity with the drawing shall be checked. They shall then be subjected to the tensile load routine test according to 9.1.

6.2.2 Pre-stressing

The pre-stressing shall be carried out on three specimens in the sequence indicated below.

6.2.2.1 Précontrainte thermomécanique

Les trois échantillons doivent être soumis à une charge mécanique dans deux directions opposées et à des cycles de température comme décrits à la figure 1. Le cycle de température de 24 h doit être répété deux fois. Chaque cycle de température comporte deux niveaux de température d'au moins 8 h, l'un à $+50\text{ °C} \pm 5\text{ K}$, l'autre à $-35\text{ °C} \pm 5\text{ K}$. La température de la période froide doit être inférieure d'au moins 85 K à celle réellement appliquée pendant la période chaude. Les précontraintes peuvent être effectuées dans l'air ou dans tout autre milieu adapté.

La charge appliquée aux échantillons doit correspondre à la CFMC.

La charge doit être appliquée perpendiculairement à l'axe de l'isolateur, le plus près possible du point d'application normal de la charge, soit directement à l'emplacement normal du conducteur, soit au point de fixation des accessoires d'équipement. Lorsque la charge n'est pas appliquée au point d'application normal, elle doit être corrigée de façon à obtenir à la base de l'isolateur le même moment de flexion que celui exercé par la CFMC.

La direction de la charge de flexion appliquée aux échantillons doit être inversée une fois, généralement lors du refroidissement à la température ambiante, conformément à la figure 1.

Les cycles peuvent être interrompus pendant une durée totale de 2 h, pour inverser la direction de la charge et pour entretenir le matériel d'essai. Après toute interruption, le point de départ doit être le début du cycle interrompu.

NOTE Les températures et les charges de cette précontrainte ne sont pas destinées à représenter des conditions de service, mais sont conçues pour produire des contraintes spécifiques reproductibles dans les interfaces de l'isolateur.

6.2.2.2 Précontrainte par immersion dans l'eau

Les échantillons doivent être maintenus immergés dans de l'eau bouillante désionisée à 0,1 % en poids de NaCl, pendant 42 h. En variante, on peut utiliser de l'eau du robinet additionnée de sel pour obtenir une conductivité de $1\,650\text{ }\mu\text{S/cm} \pm 50\text{ }\mu\text{S/cm}$ entre 20 °C et 25 °C .

A la fin de l'ébullition, les échantillons sont laissés à refroidir dans l'eau jusqu'au début des essais de vérification de la séquence suivante. Si un transport est nécessaire pendant cette période, les isolateurs mouillés peuvent être placés dans des sacs en plastique étanches ou dans tout autre récipient approprié pour une durée maximum de 12 h.

6.2.3 Essais de vérification

L'intervalle de temps entre les essais individuels suivants: 6.2.3.1, 6.2.3.2 et 6.2.3.3, doit permettre d'achever les essais de vérification dans les 48 h.

6.2.3.1 Examen visuel

Le revêtement de chaque échantillon doit être inspecté visuellement. Aucune craquelure n'est admise.

6.2.3.2 Essai sous onde de choc à front raide

6.2.3.2.1 Procédure d'essai

Les échantillons doivent être équipés d'électrodes à arêtes vives (consistant en des colliers réalisés, par exemple, avec une bande de cuivre d'environ 20 mm de large et moins d'1 mm d'épaisseur). Ces électrodes sont montées solidement autour du revêtement, entre des ailettes, et sont positionnées de façon à former des sections de longueur axiale d'environ 500 mm ou moins. Dans le cas d'isolateurs dont la distance entre les armatures d'extrémité est inférieure ou égale à 500 mm, la tension doit être appliquée aux armatures d'extrémité.

6.2.2.1 Thermal-mechanical pre-stressing

The three specimens shall be submitted to a mechanical load in two opposite directions and to temperature cycles as described in figure 1. The 24 h temperature cycle shall be repeated twice. Each temperature cycle has two temperature levels with a duration of at least 8 h, one at $+50\text{ °C} \pm 5\text{ K}$, the other at $-35\text{ °C} \pm 5\text{ K}$. The cold period shall be at a temperature at least 85 K below the value actually applied in the hot period. The pre-stressing can be conducted in air or any other suitable medium.

The load applied to the specimens shall correspond to the MDCL.

The load shall be applied perpendicularly to the insulator's axis as near as possible to the normal load application point, either directly at the normal conductor position or at a hardware attachment point. When the load is not applied at the normal application point, it shall be corrected to produce the same bending moment at the base of the insulator as the one exerted by the MDCL.

The direction of the cantilever load applied to the specimens shall be reversed once, generally at the cooling passage through ambient temperature as described in figure 1.

The cycles may be interrupted for the load direction reversal and for maintenance of the test equipment for a total duration of 2 h. The starting point after any interruption shall be the beginning of the interrupted cycle.

NOTE The temperatures and loads in this pre-stressing are not intended to represent service conditions; they are designed to produce specific reproducible stresses in the interfaces on the insulator.

6.2.2.2 Water immersion pre-stressing

The specimens shall be kept immersed in boiling de-ionized water with 0,1 % by weight of NaCl, for 42 h. Alternatively, tap water may be used with salt added to obtain a conductivity of $1\,650\text{ }\mu\text{S/cm} \pm 50\text{ }\mu\text{S/cm}$ at 20 °C to 25 °C .

At the end of boiling, the specimens are allowed to cool and shall remain in water until the verification tests start in the following sequence. If transport is necessary in this period, the wet insulators may be put in sealed plastic bags or another suitable container for a maximum of 12 h.

6.2.3 Verification tests

The time interval between the following individual tests: 6.2.3.1, 6.2.3.2 and 6.2.3.3, shall be such that the verification tests are completed within 48 h.

6.2.3.1 Visual examination

The housing of each specimen shall be inspected visually. No cracks are permissible.

6.2.3.2 Steep-front impulse voltage test

6.2.3.2.1 Test procedure

The test specimens shall be fitted with sharp-edged electrodes (consisting of clips, e.g. made of a copper strip approximately 20 mm wide and less than 1 mm thick). These electrodes are fitted firmly around the housing between sheds and positioned to form sections of axial length of about 500 mm or smaller. The voltage shall be applied to the end fittings in the case of insulators with a distance between end fittings smaller than, or equal to, 500 mm.

Une onde de choc, à raideur de front d'au moins 1 000 kV/ μ s, doit être appliquée respectivement à deux électrodes voisines ou entre l'armature métallique et l'électrode voisine. Chaque section doit subir individuellement 25 chocs de polarité positive et 25 chocs de polarité négative.

6.2.3.2.2 Critères d'acceptation

Chaque onde de choc doit provoquer un amorçage externe entre les électrodes. Aucune perforation sur aucune partie de l'isolateur ne doit se produire. Les électrodes utilisées pour former les sections doivent être enlevées.

6.2.3.3 Essais sous tension à fréquence industrielle à sec

6.2.3.3.1 Procédure d'essai

La tension de contournement à fréquence industrielle à sec doit être déterminée en effectuant la moyenne de cinq tensions de contournement pour chaque échantillon. La tension de contournement moyenne doit être corrigée aux conditions atmosphériques normales, en conformité avec la CEI 60060-1. La tension de contournement doit être obtenue en augmentant la tension linéairement à partir de zéro, en moins de 1 min.

La valeur de la tension de contournement de référence est déterminée par la même méthode en utilisant l'isolateur de référence supplémentaire.

On doit ensuite laisser les trois échantillons d'essai et l'isolateur de référence revenir à l'équilibre thermique avec l'atmosphère environnante.

Les trois échantillons d'essai et l'isolateur de référence doivent ensuite être soumis en permanence, pendant 30 min, à 80 % de la tension de contournement de référence.

La température du fût des trois échantillons d'essai et de l'isolateur de référence doit être mesurée juste après la suppression de la tension d'essai.

6.2.3.3.2 Critères d'acceptation

La tension de contournement de chacun des trois isolateurs d'essai doit être supérieure ou égale à 90 % de la tension de contournement de référence.

Aucune partie des isolateurs ne doit présenter de perforations, et l'échauffement du fût des isolateurs doit être inférieur à 10 K par rapport à la température de l'isolateur de référence.

6.3 Essais de charge du noyau assemblé

6.3.1 Essai de vérification de la charge de flexion maximale de conception (CFMC)

6.3.1.1 Echantillons d'essai et procédure d'essai

Trois isolateurs réalisés sur la ligne de production et équipés d'armatures d'extrémité standard doivent être sélectionnés. La longueur totale des isolateurs doit être comprise entre 15 fois et 18 fois le diamètre du noyau, à moins que le fabricant ne soit pas équipé pour réaliser une telle longueur. Dans ce cas, la longueur de l'isolateur doit être la plus proche possible de la gamme de longueur prescrite.

Si les isolateurs n'ont pas déjà subi les essais individuels, ils doivent être examinés visuellement et leur conformité aux plans doit être vérifiée. Ils doivent ensuite être soumis à l'essai de traction individuel selon 9.1.

An impulse voltage with a steepness of at least 1 000 kV/ μ s shall be applied between two neighbouring electrodes or between the metal fitting and the neighbouring electrode, respectively. Each section shall be stressed individually with 25 impulses of positive and 25 impulses of negative polarity.

6.2.3.2.2 Acceptance criteria

Each impulse shall cause external flashover between the electrodes. No puncture of any part of the insulator shall occur. The electrodes used to form sections shall be removed.

6.2.3.3 Dry power-frequency voltage test

6.2.3.3.1 Test procedure

The dry power-frequency flashover voltage shall be determined by averaging five flashover voltages on each specimen. The average flashover voltage shall be corrected to normal standard atmospheric conditions in accordance with IEC 60060-1. The flashover voltage shall be obtained by increasing the voltage linearly from zero within 1 min.

Using the same method, determine the value of the reference flashover voltage using the additional reference insulator.

The three test specimens and the reference insulator shall then be allowed to reach thermal equilibrium with the surrounding atmosphere.

The three test specimens and the reference insulator shall then be continuously subjected for 30 min to 80 % of the reference flashover voltage.

The temperature of the shank of the three test specimens and of the reference insulator shall be measured immediately after the removal of the test voltage.

6.2.3.3.2 Acceptance criteria

The flashover voltage of each of the three test insulators shall be greater than or equal to 90 % of the reference flashover voltage.

No puncture of any part of the insulator shall occur and the temperature rise of the insulator shank with respect to the temperature of the reference insulator shall be less than 10 K.

6.3 Assembled core load tests

6.3.1 Test for the verification of the maximum design cantilever load (MDCL)

6.3.1.1 Test specimens and test procedure

Three insulators made on the production line using the standard end fittings shall be selected. The overall length of the insulators shall be between 15 and 18 times the diameter of the core, unless the manufacturer does not have facilities to make such a length. In this case, the length of insulator shall be as near as possible to the prescribed length range.

If not already routine tested, the insulators shall be examined visually and their conformity with the drawing shall be checked. They shall then be subjected to the tensile load routine test according to 9.1.

L'isolateur doit être progressivement chargé jusqu'à 1,1 fois la CFMC, à une température de $20\text{ °C} \pm 10\text{ K}$, et être maintenu à cette charge pendant 96 h. La charge doit être appliquée à l'isolateur à l'emplacement du conducteur, dans la direction spécifiée, et perpendiculairement au noyau de l'isolateur.

Après avoir retiré la charge, les opérations suivantes doivent être effectuées:

- inspecter visuellement le socle des armatures d'extrémité à la recherche de craquelures ou de déformations permanentes,
- contrôler que les filetages de l'armature d'extrémité sont réutilisables.

Couper chaque isolateur à 90° par rapport à l'axe du noyau et à environ 50 mm du socle, puis couper le socle en deux moitiés dans le sens de la longueur, dans le plan de la charge de flexion appliquée précédemment. Les surfaces coupées doivent être polies à l'aide d'une toile abrasive fine (taille de grain 180). Ensuite:

- inspecter visuellement les moitiés coupées, à la recherche de craquelures et de délaminage,
- effectuer un essai de pénétration de colorant, conformément à l'ISO 3452, sur les surfaces coupées pour faire apparaître les craquelures.

6.3.1.2 Critères d'acceptation

Tout cas de non-conformité à l'un des points ci-dessus constitue un rejet.

6.3.2 Essai de charge de traction

6.3.2.1 Procédure d'essai

Trois isolateurs réalisés sur la ligne de production et équipés d'armatures d'extrémité standards doivent être sélectionnés.

Si les isolateurs n'ont pas déjà subi les essais individuels, ils doivent être examinés visuellement et leur conformité aux plans doit être vérifiée. Ils doivent ensuite être soumis à l'essai de traction individuel selon 9.1.

La charge de traction doit être appliquée dans l'alignement de l'axe du noyau de l'isolateur soit au point d'attache prévu pour le fonctionnement en service, soit près de celui-ci. La charge doit être augmentée rapidement, mais sans à-coups, de zéro à approximativement 75 % de la CTS puis augmentée progressivement en un temps compris entre 30 s et 90 s jusqu'à atteindre la CTS. Si la CTS est atteinte en moins de 90 s, la charge doit être maintenue jusqu'à 90 s.

6.3.2.2 Critères d'acceptation

L'essai est jugé satisfaisant s'il n'y a pas de traces:

- d'arrachement complet du noyau de l'armature d'extrémité,
- de rupture d'une armature d'extrémité.

6.4 Essais du matériau de revêtement et des ailettes

6.4.1 Essai de dureté

6.4.1.1 Procédure d'essai

Deux échantillons de matériau du revêtement, dont la taille, la forme et l'épaisseur sont adaptées à la méthode de mesure de la dureté décrite dans l'ISO 868, doivent être prélevés sur le revêtement de deux isolateurs. Si la forme ou l'épaisseur de l'ailette ne sont pas appropriées, des échantillons peuvent être réalisés séparément en utilisant le même procédé et les mêmes paramètres de fabrication.

The insulator shall be gradually loaded to 1,1 times the MDCL at a temperature of $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ K}$. This load shall be maintained for 96 h. The load shall be applied to the insulator at the conductor position in the specified direction, and perpendicular to the core of the insulator.

After removal of the load, the steps below shall be followed:

- visually inspect the base end fitting for cracks or permanent deformation,
- check that threads of the end fitting are re-usable.

Cut each insulator at 90° to the axis of the core and about 50 mm from the base end fitting, then cut the base end fitting longitudinally into two halves in the plane of the previously applied cantilever load. The cut surfaces shall be smoothed by means of fine abrasive cloth (grain size 180). Then:

- visually inspect the cut halves for cracks and delamination,
- perform a dye penetration test according to ISO 3452 to the cut surfaces to reveal cracks.

6.3.1.2 Acceptance criteria

Non-compliance with any of the above points shall constitute failure.

6.3.2 Tensile load test

6.3.2.1 Test procedure

Three insulators made on the production line using the standard end fittings shall be selected.

If not already routine tested, the insulators shall be examined visually and their conformity with the drawing shall be checked. They shall then be subjected to the tensile load routine test according to 9.1.

The tensile load shall be applied in line with the axis of the core of the insulator, at or near the intended service attachment point. The load shall be increased rapidly but smoothly from zero to approximately 75 % of the STL and shall then be gradually increased in a time between 30 s and 90 s until the STL is reached. If the STL is reached in less than 90 s, the load shall be maintained for the remainder of the 90 s.

6.3.2.2 Acceptance criteria

The test shall be regarded as passed if there is no evidence of

- pull-out of the core from the end fitting,
- breakage of the end fitting.

6.4 Tests of shed and housing material

6.4.1 Hardness test

6.4.1.1 Test procedure

Two specimens of the housing material of a size, shape and thickness appropriate for the hardness measurement method given in ISO 868 shall be taken from the housing of two insulators. If the shed shape or thickness is inappropriate, then samples may be made separately using the same manufacturing process and parameters.

Mesurer et noter la température ambiante et la dureté des deux échantillons, conformément à l'ISO 868, avec un duromètre Shore A.

Les échantillons doivent ensuite être maintenus immergés dans de l'eau bouillante, selon les instructions définies en 6.2.2.2, pendant 42 h. La cuve à ébullition représentée à la figure 2 est adaptée à cette opération.

A la fin de la période d'ébullition, les échantillons doivent être laissés à refroidir, et dans les 3 h, leur dureté doit être mesurée à nouveau à une température similaire à celle des mesures précédant l'ébullition, à ± 5 K près.

6.4.1.2 Critères d'acceptation

La dureté de chaque échantillon ne doit pas varier de plus de 20 % par rapport à la valeur mesurée avant l'ébullition.

6.4.2 Essai climatique accéléré

6.4.2.1 Procédure d'essai

Sélectionner trois échantillons des matériaux des ailettes et du revêtement pour cet essai (le cas échéant, avec les marquages).

Le revêtement de l'isolateur doit être soumis à un essai UV de 1 000 h, en utilisant l'une des méthodes d'essai suivantes. Les éventuels marquages du revêtement doivent être exposés directement à la lampe UV.

- Méthode arc au Xénon: ISO 4892-1 et ISO 4892-2, en utilisant
 - la méthode A sans périodes d'obscurité,
 - le cycle d'arrosage standard,
 - une température à étalon noir/à panneau noir de 65 °C,
 - un éclairage énergétique d'environ 550 W/m².
- Méthode UV fluorescents: ISO 4892-1 et ISO 4892-3, en utilisant:
 - une lampe fluorescente du type I,
 - le mode d'exposition 2.

Les essais sans eau ne sont pas admis.

6.4.2.2 Critères d'acceptation

Après l'essai, les marquages sur le matériau des ailettes et du revêtement doivent toujours être lisibles. Aucune dégradation superficielle, telles que craquelures et cloques, n'est admise.

En cas de doute sur de telles dégradations, deux mesures de rugosité superficielle doivent être effectuées sur chacun des trois échantillons. La profondeur de craquelure, R_z définie dans l'ISO 4287, doit être mesurée le long d'une longueur minimale d'échantillon de 2,5 mm. R_z ne doit pas dépasser 0,1 mm.

NOTE L'ISO 3274 fournit des renseignements sur les instruments de mesure de la rugosité superficielle.

Measure and record the ambient temperature and the hardness of the two samples in accordance with ISO 868 with a Shore A durometer.

The samples shall then be kept immersed in boiling water as defined in 6.2.2.2, for 42 h. The boiling container shown in figure 2 is suitable for this boiling.

At the end of the boiling period, the samples shall be allowed to cool and, within 3 h, their hardness shall be measured again at the same temperature as that of the pre-boiling measurements ± 5 K.

6.4.1.2 Acceptance criteria

The hardness of each specimen shall not change from the pre-boiled value by more than 20 %.

6.4.2 Accelerated weathering test

6.4.2.1 Test procedure

Select three specimens of shed and housing materials for this test (with markings included, if applicable).

The insulator housing shall be subjected to a 1 000 h UV light test using one of the following test methods. Markings on the housing, if any, shall be directly exposed to UV light.

- Xenon-arc methods: ISO 4892-1 and ISO 4892-2 using
 - method A without dark periods,
 - standard spray cycle,
 - black-standard/black panel temperature of 65 °C,
 - an irradiance of around 550 W/m².
- Fluorescent UV Method: ISO 4892-1 and ISO 4892-3, using
 - type I fluorescent UV lamp,
 - exposure method 2.

Test without water are not permitted.

6.4.2.2 Acceptance criteria

After the test, markings on shed or housing material shall still be legible; surface degradations such as cracks and blisters are not permitted.

In case of doubt concerning such degradation, two surface roughness measurements shall be made on each of the three specimens. The crack depth, R_z as defined in ISO 4287, shall be measured along a sampling length of at least 2,5 mm. R_z shall not exceed 0,1 mm.

NOTE ISO 3274 give details of surface roughness measurement instruments.

6.4.3 Essai de cheminement et d'érosion

6.4.3.1 Echantillons d'essai

Deux isolateurs d'essai ayant une ligne de fuite comprise entre 480 mm et 690 mm doivent être prélevés de la ligne de production. S'il n'est pas possible de prélever de tels isolateurs de la ligne de production, des échantillons d'essai spéciaux doivent être coupés à partir d'autres isolateurs, de sorte que la ligne de fuite se trouve entre les valeurs indiquées. Ces échantillons spéciaux doivent être équipés d'armatures d'extrémité de production standard.

6.4.3.2 Procédure d'essai

Il s'agit d'un essai continu de durée limitée, en brouillard salin, sous tension à fréquence industrielle constante, comprise entre 14 kV et 20 kV. La tension d'essai en kilovolts est déterminée en divisant la ligne de fuite en millimètres par 34,6 (égale à une ligne de fuite spécifique de 20 mm/kV). L'essai doit être effectué dans une enceinte étanche et à l'épreuve de la corrosion, dont le volume ne doit pas dépasser 10 m³. Une ouverture n'excédant pas 80 cm² doit être prévue pour la ventilation naturelle. Un pulvérisateur à turbine ou un humidificateur ayant une capacité de pulvérisation constante doit être utilisé comme atomiseur d'eau.

Le brouillard doit remplir la chambre et ne doit pas être pulvérisé directement sur les échantillons d'essai. Le pulvérisateur doit être alimenté avec de l'eau salée préparée avec du NaCl et de l'eau désionisée. Pour la tension d'essai à fréquence industrielle, un transformateur d'essai doit être utilisé. Lorsque le circuit d'essai est chargé avec un courant résistif de 250 mA (valeur efficace) du côté haute tension, la chute de tension doit être au maximum de 5 %.

Les échantillons d'essai doivent être nettoyés avec de l'eau désionisée avant de commencer l'essai. L'un des échantillons doit être monté horizontalement (environ à mi-hauteur de l'enceinte) et le second verticalement. Il doit y avoir une distance d'au moins 200 mm entre les échantillons d'essai et le plafond de l'enceinte et une distance de 100 mm avec les parois.

6.4.3.3 Conditions d'essai

Durée de l'essai: 1 000 h (brouillard et tension)

Débit d'eau: $(0,4 \pm 0,1) \text{ l}/(\text{m}^3 \times \text{h})$

Taille des gouttelettes: de 5 µm à 10 µm

Température: 20 °C ± 5 K

Teneur de l'eau en NaCl: $(10 \pm 0,5) \text{ kg}/\text{m}^3$

Le débit d'eau est défini en litres par heure et par mètre cube du volume de la chambre d'essai. Le recyclage de l'eau n'est pas admis.

Plusieurs interruptions de l'essai sont admises pour des raisons d'inspection, à condition que chaque interruption ne dépasse pas 15 min. Les périodes d'interruption ne doivent pas être comptées dans la durée de l'essai.

6.4.3.4 Critères d'acceptation

L'essai est jugé satisfaisant si aucun cheminement ne se produit, si l'érosion n'atteint pas le noyau en fibres de verre et si aucune ailette n'est perforée. Le noyau ne doit pas être visible.

NOTE Les critères relatifs aux amorçages et aux déclenchements pendant les essais sont actuellement à l'étude à la CIGRÉ et à la CEI.

6.4.3 Tracking and erosion test

6.4.3.1 Test specimens

Two test insulators with a creepage distance between 480 mm and 690 mm shall be taken from the production line. If such insulators cannot be taken from the production line, special test specimens shall be cut from other insulators so that the creepage distance falls between the given values. These special test specimens shall be fitted with standard production end fittings.

6.4.3.2 Test procedure

The test is a time-limited continuous test in salt fog at constant power-frequency voltage in the range of 14 kV to 20 kV. The test voltage in kilovolts is determined by dividing the creepage distance in millimetres by 34,6 (equal to a specific creepage distance of 20 mm/kV). The test shall be carried out in a moisture-sealed, corrosion-proof chamber, the volume of which shall not exceed 10 m³. An aperture of not more than 80 cm² shall be provided for the natural exhaust air. A turbo sprayer or room humidifier of constant spraying capacity shall be used as water atomizer.

The fog shall fill the chamber and not be directly sprayed on to the test specimen. The salt water prepared with NaCl and deionized water shall be supplied to the sprayer. For the power-frequency test voltage, a test-transformer shall be used. The test circuit, when loaded with a resistive current of 250 mA (r.m.s.) on the high-voltage side, shall experience a maximum voltage drop of 5 %.

The test specimens shall be cleaned with deionized water before starting the test. One test specimen shall be tested when mounted horizontally (at approximately half the height of the chamber) and the second mounted vertically. There shall be a clearance of at least 200 mm between the roof of the chamber and test specimens and a clearance of 100 mm from the walls.

6.4.3.3 Test conditions

Duration of the test: 1 000 h (fog and voltage)

Water flow rate: $(0,4 \pm 0,1) \text{ l}/(\text{m}^3 \times \text{h})$

Size of droplets: 5 µm to 10 µm

Temperature: 20 °C ± 5 K

NaCl content of water: $(10 \pm 0,5) \text{ kg}/\text{m}^3$

The water flow rate is defined in litres per hour and per cubic metre of the test chamber volume. It is not permitted to recirculate the water.

Several interruptions of the test for inspection purposes, each of these not exceeding 15 min, are permissible. Interruption periods shall not be counted in the test duration.

6.4.3.4 Acceptance criteria

The test shall be regarded as passed if no tracking occurs, if erosion does not reach the glass-fibre core and if no shed is punctured. The core shall not be visible.

NOTE Criteria concerning flashovers and trip-outs during this test are currently under consideration in CIGRE and IEC.

6.4.4 Essai d'inflammabilité

Cet essai a pour but de vérifier les propriétés d'ignition et d'auto-extinction du matériau de revêtement avec un échantillon d'essai et selon une procédure en accord avec la CEI 60695-11-10.

6.4.4.1 Procédure d'essai

L'essai doit être effectué conformément à l'article 9 de la CEI 60695-11-10.

6.4.4.2 Critères d'acceptation

L'essai est jugé satisfaisant si l'échantillon d'essai appartient à la catégorie V-0.

6.5 Essais du matériau du noyau

Les essais suivants ont pour objet de vérifier la résistance du matériau du noyau à la pénétration d'eau.

6.5.1 Essai de pénétration de colorant

6.5.1.1 Procédure d'essai

Dix échantillons doivent être découpés dans un isolateur venant de la chaîne de production, en effectuant la coupe à 90° par rapport à l'axe du noyau avec une scie circulaire diamantée, sous eau courante froide. La longueur des échantillons doit être de 10 mm ± 0,5 mm. Les surfaces coupées doivent être polies au moyen d'une toile abrasive fine (taille de grain 180). Les extrémités de coupe doivent être propres et parallèles.

Les échantillons doivent être placés (fibres verticales) sur une couche de billes d'acier ou de verre de même diamètre (de 1 mm à 2 mm) dans un récipient en verre. Un colorant, solution d'alcool méthylique ou éthylique à 1 % de Methin rouge/violet (par exemple Astrazon ou Basonil¹⁾), doit être versé dans le récipient. Son niveau doit se trouver de 2 mm à 3 mm au-dessus du niveau des billes. Le colorant montera à travers le noyau par capillarité. Le temps mis par le colorant pour monter à travers les échantillons doit être mesuré.

6.5.1.2 Critères d'acceptation

Le temps mis par le colorant pour monter à travers les échantillons doit être supérieur à 15 min.

6.5.2 Essai de pénétration d'eau

6.5.2.1 Échantillons d'essai

Six échantillons doivent être découpés dans un isolateur venant de la chaîne de production, en effectuant la coupe à 90° par rapport à l'axe du noyau avec une scie circulaire diamantée, sous eau courante froide. La longueur des échantillons doit être de 30 mm ± 0,5 mm. Les surfaces coupées doivent être polies au moyen d'une toile abrasive fine (taille de grain 180). Les extrémités de coupe doivent être propres et parallèles.

6.5.2.2 Préconditionnement

Les surfaces des échantillons doivent être nettoyées à l'alcool isopropylique et au papier filtre immédiatement avant l'ébullition. Les échantillons doivent être mis à bouillir pendant 100 h ± 0,5 h dans une cuve en verre remplie d'eau désionisée, additionnée de 0,1 % en poids de NaCl.

1) Astrazon et Basonil sont des exemples de produits appropriés disponibles sur le marché. Cette information est donnée à l'intention des utilisateurs de la présente Norme internationale et ne signifie nullement que la CEI approuve ou recommande l'emploi exclusif des produits ainsi désignés

6.4.4 Flammability test

This test is intended to check the housing material for ignition and self-extinguishing properties with test specimen and procedure according to IEC 60695-11-10.

6.4.4.1 Test procedure

The test shall be performed according to IEC 60695-11-10, clause 9.

6.4.4.2 Acceptance criteria

The test is passed if the test specimen belongs to category V-0.

6.5 Tests for the core material

The following tests shall be carried out to check the resistance of the core material to water penetration.

6.5.1 Dye penetration test

6.5.1.1 Test procedure

Ten samples shall be cut from a production line insulator making the cut at 90° to the axis of the core with a diamond-coated circular saw blade under cold running water. The length of the samples shall be 10 mm ± 0,5 mm. The cut surfaces shall be smoothed by means of fine abrasive cloth (grain size 180). The cut ends shall be clean and parallel.

The specimens shall be placed (fibres vertical) on a layer of steel or glass balls of the same diameter (1 mm to 2 mm) in a glass vessel. A dye, 1 % methyl or ethyl alcohol solution of a red/violet Methin dye (such as Astrazon or Basonil¹⁾), shall be poured into the vessel, its level being 2 mm to 3 mm higher than the level of the balls. The dye will rise by capillarity through the core. The time taken for the dye to rise through the specimens shall be measured.

6.5.1.2 Acceptance criteria

The time taken for the dye to rise through the specimens shall be greater than 15 min.

6.5.2 Water diffusion test

6.5.2.1 Test specimens

Six samples shall be cut from a production line insulator making the cut at 90° to the axis of the core with a diamond-coated circular saw blade under cold running water. The length of the samples shall be 30 mm ± 0,5 mm. The cut surfaces shall be smoothed by means of fine abrasive cloth (grain size 180). The cut ends shall be clean and parallel.

6.5.2.2 Pre-stressing

The surfaces of the specimens shall be cleaned with isopropyl-alcohol and filter paper immediately before boiling. The specimens shall be boiled in a glass container for 100 h ± 0,5 h in deionized water with 0,1 % by weight of NaCl.

¹⁾ Astrazon and Basonil are examples of suitable products available commercially. This information is given for the convenience of users of this International standard and does not constitute an endorsement by IEC of these products.

Ne faire bouillir ensemble que des échantillons d'un même matériau constituant le noyau. Un exemple de cuve à ébullition est représenté à la figure 2.

Après ébullition, les échantillons doivent être enlevés de la cuve en verre et placés dans un autre récipient en verre rempli d'eau du robinet à température ambiante, pendant au moins 15 min. L'essai sous tension décrit ci-dessous doit être effectué dans les 3 h suivant le retrait des échantillons de la cuve d'eau bouillante.

6.5.2.3 Essai sous tension

L'essai sous tension doit être effectué avec le dispositif présenté à la figure 3. Un circuit d'essai haute tension type est présenté à la figure 4.

Immédiatement avant l'essai sous tension, les échantillons doivent être retirés de la cuve en verre et leur surface séchée avec du papier filtre.

Chaque échantillon doit, ensuite, être placé entre les électrodes. La tension d'essai doit être augmentée d'environ 1 kV par seconde jusqu'à 12 kV. La tension doit être maintenue constante à 12 kV pendant 1 min puis réduite à zéro.

6.5.2.4 Critères d'acceptation

Aucune perforation ou contournement superficiel ne doit se produire pendant l'essai. Pendant toute la durée de l'essai, le courant ne doit pas dépasser 1 mA (valeur efficace).

7 Essais de type

Pour les essais de type électriques, le type de l'isolateur est défini par:

- la distance d'arc,
- la ligne de fuite,
- le profil du revêtement.

Les essais de type électriques doivent être effectués une seule fois sur les isolateurs satisfaisant aux critères ci-dessus, pour chaque type, et doivent être effectués avec des dispositifs de protection contre les arcs ou de contrôle de champ s'ils font partie intégrante du type d'isolateur.

Les essais de type électriques ne doivent être refaits que lorsqu'une ou plusieurs des caractéristiques ci-dessus ont été changées.

Pour les essais de type mécaniques, le type d'isolateur est défini par:

- la CFS,
- le matériau du noyau,
- le diamètre du noyau,
- la méthode de fixation des armatures d'extrémité,
- la zone de couplage du socle.

Les essais de type mécaniques doivent être effectués une seule fois sur les isolateurs conformes aux critères ci-dessus pour chaque type.

Les essais de type mécaniques ne doivent être refaits que lorsqu'une ou plusieurs des caractéristiques ci-dessus ont été changées.

Specimens of only one core material shall be boiled together in the same container. An example of such a container is shown in figure 2.

After boiling, the specimens shall be removed from the glass container and placed in another glass container filled with tap water at ambient temperature for at least 15 min. The following voltage test shall be carried out within the next 3 h after the removal of the specimens from the boiling container.

6.5.2.3 Voltage test

The voltage test shall be carried out with the assembly shown in figure 3. A typical high-voltage circuit for the test is shown in figure 4.

Immediately before the voltage test, the specimens shall be removed from the glass container and their surfaces dried with filter paper.

Each specimen shall then be put between the electrodes. The test voltage shall be increased at approximately 1 kV per second up to 12 kV. The voltage shall be kept constant at 12 kV for 1 min and then decreased to zero.

6.5.2.4 Acceptance criteria

During the test no puncture or surface flashover shall occur. The current during the whole test shall not exceed 1 mA (r.m.s.).

7 Type tests

For the electrical type tests, an insulator type is defined by

- arcing distance,
- creepage distance,
- housing profile.

The electrical type tests shall be performed only once on insulators satisfying the above criteria for one type and shall be performed with arcing or field-grading devices if they are an integral part of the insulator type.

The electrical type tests shall be repeated only when one or more of the above characteristics is changed.

For the mechanical type tests, an insulator type is defined by

- SCL,
- core material,
- core diameter,
- method of attachment of the end fittings,
- coupling zone of the base end fitting.

The mechanical type tests shall be performed only once on insulators satisfying the above criteria for each type.

The mechanical type tests shall be repeated only when one or more of the above characteristics is changed.

S'ils n'ont pas déjà subi l'essai individuel, les isolateurs doivent être examinés visuellement pour vérifier leur conformité au plan en utilisant les tolérances données en 7.1. Ils doivent ensuite être soumis à l'essai de charge de traction conformément à 9.1.

7.1 Vérification des dimensions

Sauf accord contraire, une tolérance de

$\pm(0,04 \times d + 1,5)$ mm quand $d \leq 300$ mm,

$\pm(0,025 \times d + 6)$ mm quand $d > 300$ mm avec une tolérance maximale de 50 mm,

doit être admise sur toutes les dimensions pour lesquelles aucune tolérance spécifique n'est demandée (d étant la dimension en millimètres).

La mesure de la ligne de fuite doit être comparée aux dimensions et aux tolérances de conception déterminées à partir du plan de l'isolateur, bien que cette dimension puisse être supérieure à la valeur initialement spécifiée par l'acheteur. Lorsqu'une ligne de fuite minimale est spécifiée par l'acheteur, la tolérance négative est également limitée par cette valeur.

7.2 Essais électriques

L'interpolation des résultats des essais électriques peut être utilisée pour des isolateurs de longueur intermédiaire, à condition que le facteur entre les distances d'arc des isolateurs dont les résultats forment les points terminaux de la gamme d'interpolation, soit inférieur ou égal à 1,5. L'extrapolation n'est pas admise.

Les essais électriques doivent être effectués avec l'isolateur soit vertical soit horizontal, dans la position la plus proche de celle où il sera utilisé en service. Si des dispositifs de répartition de champ sont utilisés en service, ils doivent être utilisés pendant les essais.

7.2.1 Dispositifs de montage

7.2.1.1 Montage vertical

L'isolateur doit être monté selon les prescriptions de la CEI 60383-1.

7.2.1.2 Montage horizontal

L'isolateur doit être monté en position horizontale sur un support métallique vertical mis à la terre constitué, par exemple, par un fer profilé en U. Ce support métallique doit avoir une largeur approximativement égale au diamètre du socle de l'isolateur essayé et une hauteur au moins égale à deux fois la longueur de cet isolateur. L'isolateur doit être placé à une distance du sol d'au moins 1 m ou de 1,5 fois sa longueur si cette valeur est plus grande. L'isolateur doit être monté sur le côté plat du profilé en U.

Si l'isolateur est équipé d'une embase intégrée formant un angle, il doit être monté à cet angle plutôt qu'à l'horizontale.

Aucun objet ne doit se trouver à moins de 1 m de l'isolateur ou à 1,5 fois la longueur de l'isolateur si cette valeur est plus grande.

On doit fixer, horizontalement, sur l'isolateur, un conducteur d'au moins 13 mm de diamètre qui dépasse l'ailette supérieure de part et d'autre d'une longueur au moins égale à deux fois la longueur de l'isolateur. Le conducteur doit être d'une longueur telle que le contournement ne s'initie pas aux extrémités.

Si l'isolateur est équipé d'une pince, le conducteur doit être placé dans la pince.

If not already routine tested, the insulators shall be examined visually and their conformity with the drawing shall be checked using the tolerances given in 7.1. They shall then be subjected to the tensile load test according to 9.1.

7.1 Verification of dimensions

Unless otherwise agreed, a tolerance of

$\pm(0,04 \times d + 1,5)$ mm when $d \leq 300$ mm,

$\pm(0,025 \times d + 6)$ mm when $d > 300$ mm with a maximum tolerance of 50 mm,

shall be allowed on all dimensions for which specific tolerances are not requested (d being the dimension in millimetres).

The measurement of creepage distance shall be related to the design dimensions and tolerances as determined from the insulator drawing, even though this dimension may be greater than the value originally specified by the purchaser. When a minimum creepage distance is specified by the purchaser, the negative tolerance is also limited by this value.

7.2 Electrical tests

Interpolation of electrical test results may be used for insulators of intermediate length provided that the factor between the arcing distances of the insulators whose results form the end points of the interpolation range is less than or equal to 1,5. Extrapolation is not allowed.

The electrical tests shall be performed with the insulator either vertical or horizontal, in the position nearest that in which it will be used in service. If field-grading devices are used in service, they shall be used in the tests.

7.2.1 Mounting arrangements

7.2.1.1 Vertical mounting arrangement

The insulator shall be mounted according to IEC 60383-1.

7.2.1.2 Horizontal mounting arrangement

The insulator shall be mounted in a horizontal position on a vertical earthed metallic structure, typically made from a U-channel. This metallic structure shall have a width approximately equal to the diameter of the base of the insulator under test and shall have a height at least equal to twice the insulator length. The insulator shall be placed at least 1 m or 1,5 times the length of the insulator, whichever is the greater, above the ground. The insulator shall be mounted on the flat side of the U-channel.

If the insulator has an integral angled base it shall be mounted at that angle, rather than horizontally.

No other object shall be nearer to the insulator than 1 m or 1,5 times the length of the insulator, whichever is the greater.

A horizontal conductor not less than 13 mm diameter and extending in both directions at least twice the insulator length beyond the top shed shall be secured to the insulator. It shall be of such length that flashover will not be initiated at its ends.

If the insulator has a clamp, the conductor shall be placed in this clamp.

Si l'isolateur n'a pas de pince intégrée, une pince appropriée doit être utilisée en l'attachant à l'isolateur par un moyen adéquat.

Si l'isolateur a une tête avec gorge, le conducteur doit être placé dans la gorge latérale supérieure. Il doit être fixé par un fil métallique d'environ 2,5 mm de diamètre qui s'enroule autour de ce dernier sur une distance sensiblement égale à deux fois le diamètre de l'ailette supérieure et réparti également de chaque côté de l'isolateur.

Pour les essais sous pluie, l'axe de l'isolateur doit être approximativement perpendiculaire à la direction de la pluie.

7.2.2 Essai de tenue aux chocs de foudre à sec

L'essai doit être effectué conformément à la CEI 60383-1.

7.2.3 Essai à fréquence industrielle sous pluie

L'essai doit être effectué conformément à la CEI 60383-1.

7.2.4 Essai de tenue aux chocs de manœuvre sous pluie

Pour $U_m \geq 300$ kV, l'essai doit être effectué conformément à la CEI 60383-2, en utilisant le dispositif de montage pour essais électriques spécifié dans la CEI 60383-1.

7.3 Essais mécaniques

L'interpolation des résultats des essais mécaniques peut être utilisée pour des isolateurs de longueur intermédiaire, à condition que le facteur entre la longueur des bras de levier des isolateurs dont les résultats forment les points terminaux de la gamme d'interpolation, soit inférieur ou égal à 1,5. L'extrapolation n'est pas admise.

7.3.1 Essai de rupture mécanique en flexion

Cet essai doit être effectué à $20^\circ\text{C} \pm 10$ K et sert à déterminer la charge de rupture d'un isolateur rigide à socle complet. Les isolateurs composites pouvant subir des grandes flèches, l'appareil d'application de charge doit avoir une course suffisante pour assurer la rupture de l'isolateur.

7.3.1.1 Échantillons d'essai

Trois isolateurs fabriqués sur la chaîne de production et équipés de socles standards, doivent être sélectionnés.

7.3.1.2 Procédure d'essai

Il peut être nécessaire d'utiliser des boulons ou un dispositif spécial pour fixer solidement la plaque de base au gabarit d'essai. La charge de flexion doit être augmentée rapidement, mais sans à-coups, de zéro à environ 75 % de la CFS, puis être augmentée progressivement pendant un temps compris entre 30 s et 300 s, jusqu'à la rupture du noyau ou de l'armature d'extrémité. Des précautions doivent être prises de façon à conserver la direction d'application de la charge le plus perpendiculairement possible à l'axe de l'isolateur non chargé. La charge de rupture en flexion est la charge maximale mesurée pendant l'essai.

Le mode de rupture doit être consigné dans le rapport d'essai.

7.3.1.3 Critères d'acceptation

Les trois valeurs de charge de rupture doivent être supérieures à la CFS.

If the insulator does not have an integral clamp, a suitable clamp shall be used and shall be attached to the insulator by an appropriate means.

If the insulator has a grooved head, the conductor shall be placed in the upper side groove. It shall be secured by means of a metallic wire of approximately 2,5 mm diameter wrapped around the conductor for a distance of approximately twice the diameter of the top shed and extending equally on each side of the insulator.

For wet tests, the insulator shall be placed so that its axis is approximately perpendicular to the direction of the rain.

7.2.2 Dry lightning impulse withstand voltage test

The test shall be performed according to IEC 60383-1.

7.2.3 Wet power-frequency test

The test shall be performed according to IEC 60383-1.

7.2.4 Wet switching impulse withstand voltage test

The test shall be performed, for $U_m \geq 300$ kV, according to IEC 60383-2 using the mounting arrangement for electrical tests specified in IEC 60383-1.

7.3 Mechanical tests

Interpolation of mechanical test results may be used for insulators of intermediate length, provided that the factor between the moment arm of the insulators whose results form the end points of the interpolation range is less than or equal to 1,5. Extrapolation is not allowed.

7.3.1 Cantilever failing load test

This test shall be performed at $20^\circ\text{C} \pm 10\text{ K}$ and is used to determine the failing load of a complete line post insulator. Since composite insulators may exhibit large deflections, the apparatus used to apply the load shall have sufficient stroke to ensure failure of the insulator.

7.3.1.1 Test specimens

Three insulators made on the production line using the standard base fitting shall be selected.

7.3.1.2 Test procedure

It may be necessary to use special bolts or a special arrangement to securely hold the base plate to the test jig. The cantilever load shall be increased rapidly but smoothly from zero to approximately 75 % of SCL and then shall be gradually increased in a time between 30 s and 300 s until breakage of either the core or the end fitting occurs. Precautions shall be taken to keep the direction of application of the load as perpendicular as possible to the axis of the unloaded insulator. The cantilever failing load is the maximum load that is measured during the test.

The failure mode shall be recorded in the test report.

7.3.1.3 Acceptance criteria

The three failing load values shall be greater than the SCL.

8 Essais sur prélèvements

8.1 Règles générales

Pour les essais sur prélèvement, deux groupes d'échantillons doivent être utilisés, E1 et E2. La taille de ces échantillons est indiquée dans le tableau 2 ci-dessous. Si plus de 10 000 isolateurs sont concernés, ils doivent être divisés en un nombre de lots optimal comprenant entre 2 000 et 10 000 isolateurs. Les résultats des essais doivent être évalués séparément pour chaque lot.

Les isolateurs doivent être choisis au hasard dans le lot. Le client a le droit d'effectuer ce choix. Les échantillons doivent être soumis aux essais sur prélèvement applicables.

Les essais sur prélèvements sont:

vérification des dimensions (E1 + E2);

essai de galvanisation (E1 + E2);

vérification de la CFS (E1).

Si l'un des échantillons ne satisfait pas à un essai, la procédure de contre-épreuve prescrite en 8.5 doit être appliquée.

Seuls les isolateurs de l'échantillon E2 peuvent être utilisés en service et cela seulement si l'essai de galvanisation a été effectué avec la méthode magnétique.

Tableau 2 – Tailles des échantillons selon la taille du lot

Taille du lot N	Taille des prélèvements	
	E1	E2
$N \leq 100$	Selon accord	
$100 < N \leq 300$	2	1
$300 < N \leq 2\,000$	4	3
$2\,000 < N \leq 5\,000$	8	4
$5\,000 < N \leq 10\,000$	12	6

8.2 Vérification des dimensions (E1 + E2)

Les dimensions indiquées sur les plans doivent être vérifiées. Les tolérances indiquées sur les plans sont valides. Si aucune tolérance n'est indiquée, on doit utiliser celles mentionnées en 7.1.

8.3 Essai de galvanisation (E1 + E2)

Cet essai doit être effectué sur toutes les pièces galvanisées, conformément à la CEI 60383-1.

8.4 Vérification de la CFS (E1)

8.4.1 Procédure d'essai

La charge de flexion doit être appliquée à l'isolateur à l'emplacement du conducteur, dans la direction spécifiée et perpendiculairement au noyau de l'isolateur.

8 Sample tests

8.1 General rules

For the sample tests, two groups of samples shall be used, E1 and E2. The sizes of these samples are indicated in table 2 below. If more than 10 000 insulators are concerned, they shall be divided into an optimum number of lots comprising between 2 000 and 10 000 insulators. The results of the tests shall be evaluated separately for each lot.

The insulators shall be selected from the lot at random. The purchaser has the right to make the selection. The samples shall be subjected to the applicable sample tests.

The sample tests are as follows:

verification of dimensions (E1 + E2);

galvanizing test (E1 + E2);

verification of the SCL (E1).

In the event of a failure of the sample to satisfy a test, the re-testing procedure shall be applied as prescribed in 8.5.

Only insulators of sample E2 may be used in service and that only if the galvanizing test is performed with the magnetic method.

Table 2 – Sample sizes according to lot size

Lot size N	Sample size	
	E1	E2
$N \leq 100$	By agreement	
$100 < N \leq 300$	2	1
$300 < N \leq 2\,000$	4	3
$2\,000 < N \leq 5\,000$	8	4
$5\,000 < N \leq 10\,000$	12	6

8.2 Verification of dimensions (E1 + E2)

The dimensions given in the drawings shall be verified. The tolerances given in the drawing are valid. If no tolerances are given in the drawings, those given in 7.1 shall be used.

8.3 Galvanizing test (E1 + E2)

This test shall be performed on all galvanized parts in accordance with IEC 60383-1.

8.4 Verification of the SCL (E1)

8.4.1 Test procedure

The cantilever load shall be applied to the insulator at the conductor position, in the specified direction, and perpendicular to the core of the insulator.

La charge doit être augmentée rapidement, mais sans à-coups, de zéro à approximativement 75 % de la CFS, puis être augmentée progressivement jusqu'à la CFS en un temps compris entre 30 s et 90 s. Si la CFS est atteinte en moins de 90 s, la charge doit être maintenue jusqu'à 90 s.

En vue d'obtenir un maximum d'informations de l'essai, la charge peut être augmentée jusqu'à la rupture du noyau ou de l'armature d'extrémité. Les valeurs de charge de rupture et les modes de rupture doivent être consignés.

8.4.2 Critères d'acceptation

L'isolateur doit être jugé satisfaisant si la CFS peut être maintenue pendant la durée prescrite.

8.5 Contre-épreuve

Si un seul isolateur ou une seule armature d'extrémité ne satisfait pas aux essais sur prélèvements, un nouveau prélèvement égal à deux fois la quantité initialement soumise aux essais, doit être soumis à la contre-épreuve.

La contre-épreuve doit comporter l'essai au cours duquel le défaut a été constaté.

Si deux ou plusieurs isolateurs ou armatures d'extrémité ne satisfont pas à l'un des essais sur prélèvements, ou si un défaut est constaté lors de la contre-épreuve, la totalité du lot doit être considérée comme ne satisfaisant pas à la norme et doit être reprise par le fabricant.

Si la cause du défaut peut être identifiée clairement, le fabricant peut trier le lot pour éliminer les isolateurs présentant le défaut en question. Le lot trié peut alors être à nouveau présenté aux essais. Le nombre sélectionné pour l'essai doit être égal à trois fois la quantité choisie initialement pour les essais. Si un isolateur est défectueux lors de la contre-épreuve, la totalité du lot doit être considérée comme ne satisfaisant pas à la présente norme.

9 Essais individuels

9.1 Essai de traction

Chaque isolateur doit être soumis pendant au moins 10 s et à température ambiante, à la plus grande des deux charges de traction suivantes: charge de traction d'au moins 50 % de la CTS ou 5 kN. La charge de traction doit être appliquée entre les points de fixation normaux.

Aucun arrachement partiel ou complet du noyau hors des armatures d'extrémité ne doit se produire. Aucune déformation ou craquelure des armatures d'extrémité ne doit survenir.

9.2 Examen visuel

Chaque isolateur doit être examiné. Le montage des armatures métalliques sur les parties isolantes doit être conforme aux plans. La couleur de l'isolateur doit être approximativement celle spécifiée sur les plans. Les marquages doivent être conformes aux exigences de cette norme.

Les imperfections suivantes doivent être acceptables sur la surface de l'isolateur:

- défauts superficiels d'une surface inférieure à 25 mm² (la surface défectueuse totale n'excédant pas 0,2 % de la surface totale de l'isolateur) et d'une profondeur ou d'une hauteur inférieure à 1 mm.

The load shall be increased rapidly but smoothly from zero to approximately 75 % of the SCL and then shall be gradually increased in a time between 30 s and 90 s until the SCL is reached. If the SCL is reached in less than 90 s, the load shall be maintained for the remainder of the 90 s.

In order to obtain more information from the test, the load may then be increased until failure of the core or breakage of the end fitting occurs. The failing load values and the failure modes shall be recorded.

8.4.2 Acceptance criteria

The insulator shall be regarded as passed if the SCL can be maintained for the required time.

8.5 Re-testing procedure

If only one insulator or fitting fails to comply with the sample tests, a new sample equal to twice the quantity originally submitted to the tests shall be subjected to re-testing.

The re-testing shall comprise the test in which failure occurred.

If two or more insulators or fittings fail to comply with any of the sample tests, or if any failure occurs during the re-testing, the complete lot shall be considered as not complying with this standard and shall be withdrawn by the manufacturer.

Provided the cause of the failure can be clearly identified, the manufacturer may sort the lot to eliminate all the insulators with this defect. The sorted lot may then be resubmitted for testing. The number then selected shall be three times the first quantity chosen for tests. If any insulator fails during this re-testing, the complete lot shall be considered as not complying with this standard.

9 Routine tests

9.1 Tensile load test

Every insulator shall be subjected, at ambient temperature, to a tensile load equal to or greater than either 50 % of STL or 5 kN, whichever is the greater, for at least 10 s. The tensile load shall be applied between the normal attachment points.

No partial or complete pull-out of the core from the end fitting shall occur. Nor shall deformation or cracking of the end fittings occur.

9.2 Visual examination

Each insulator shall be examined. The mounting of the metal fittings on the insulating parts shall be in accordance with the drawings. The colour of the insulator shall be approximately as specified in the drawings. The markings shall be in conformance with the requirements of this standard.

The following imperfections shall be acceptable on the insulator surface:

- superficial defects of area less than 25 mm² (the total defective area not exceeding 0,2 % of the total insulator surface) and depth or height less than 1 mm.

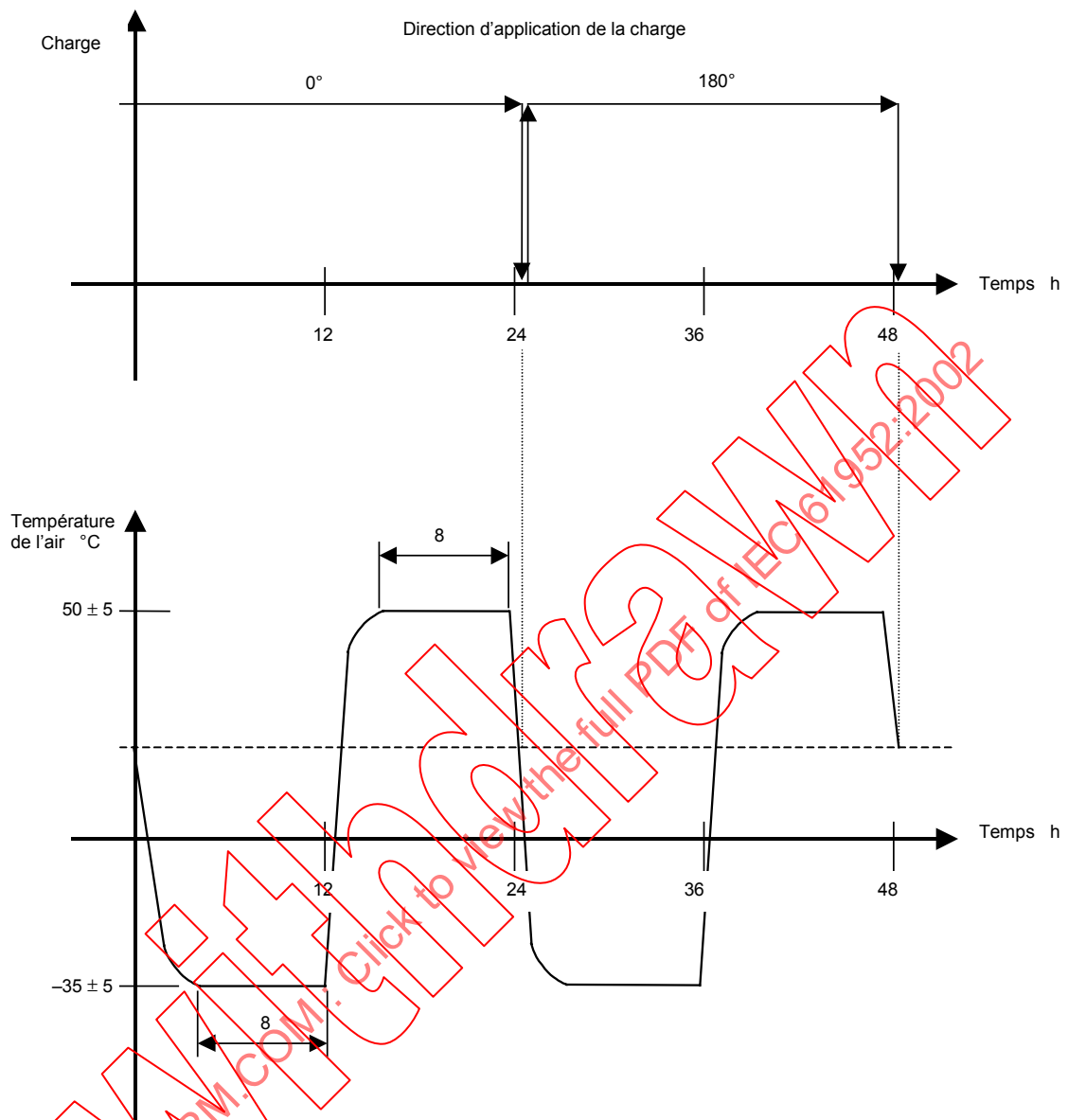


Figure 1 – Précontrainte thermo-mécanique – Cycles typiques

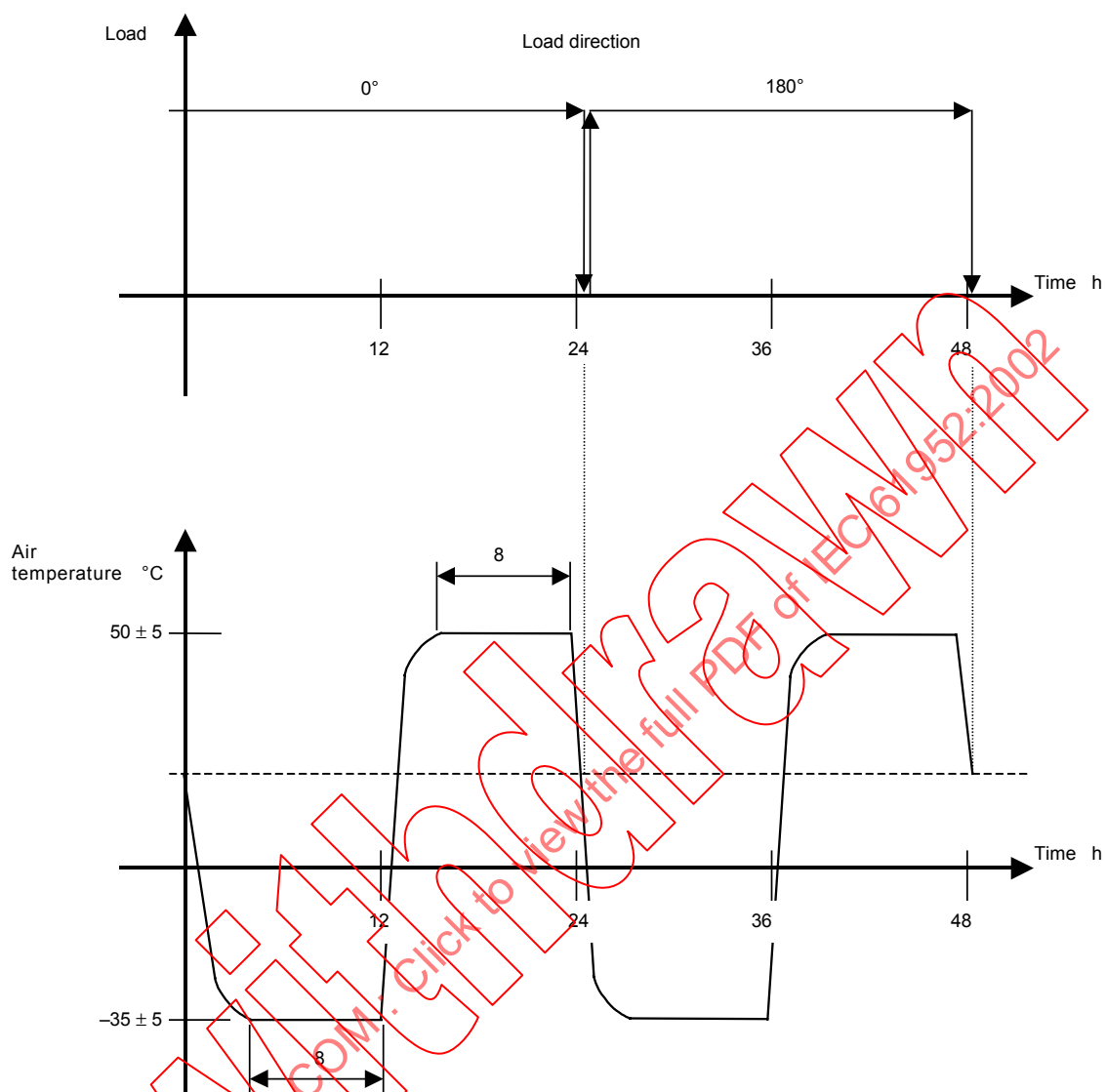


Figure 1 – Thermal-mechanical pre-stressing test – Typical cycles

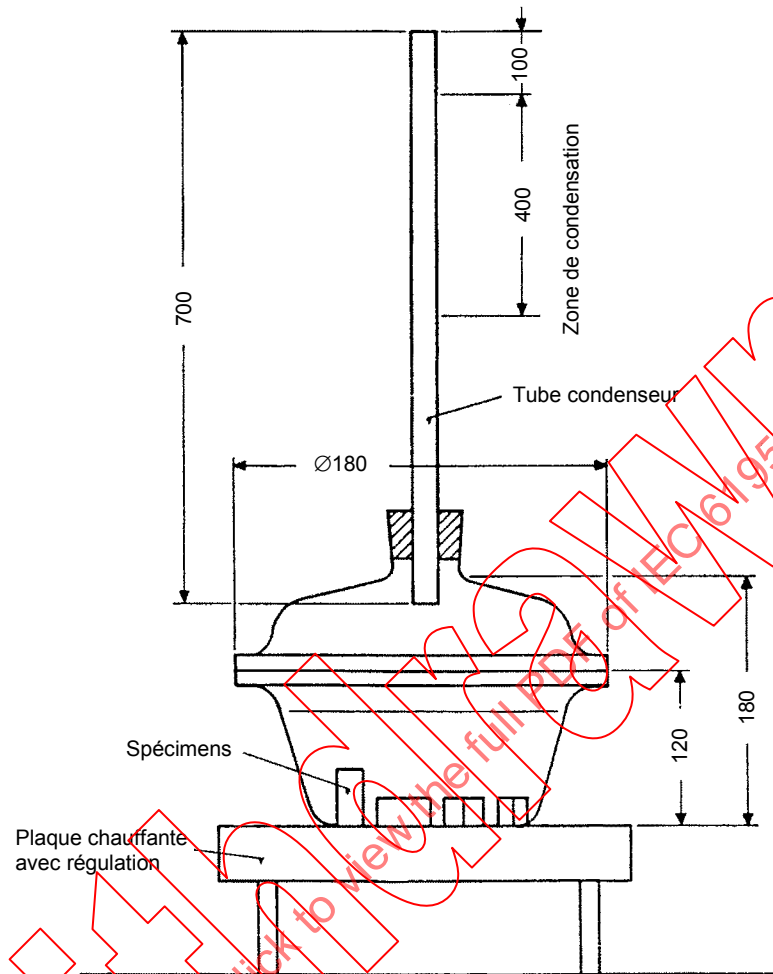


Figure 2 – Exemple de cuve à ébullition pour l'essai de pénétration d'eau

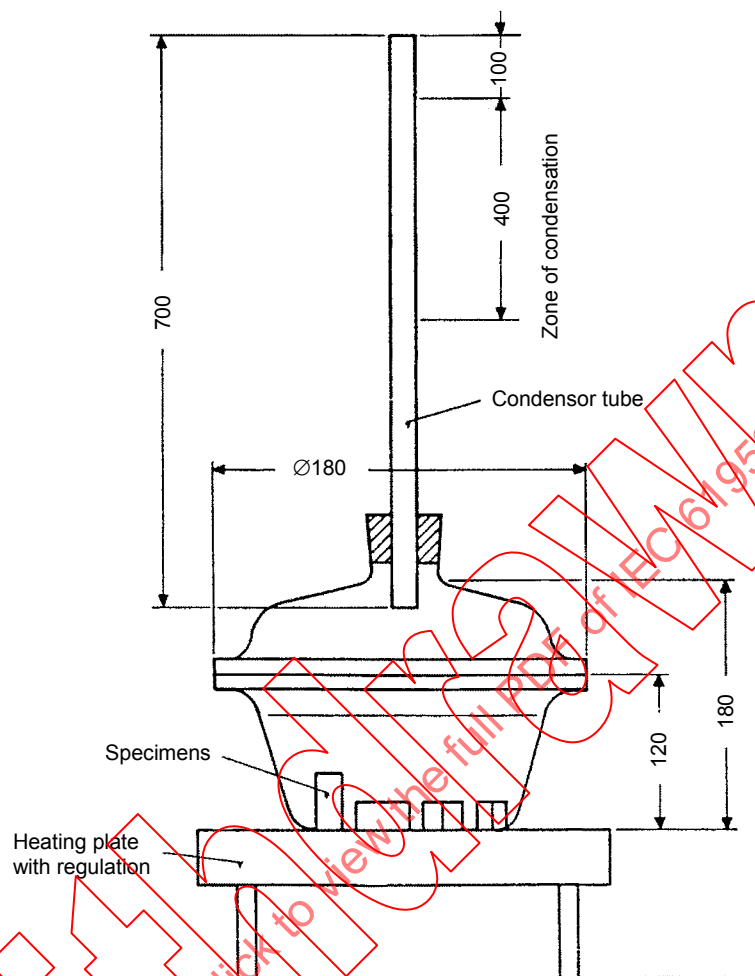
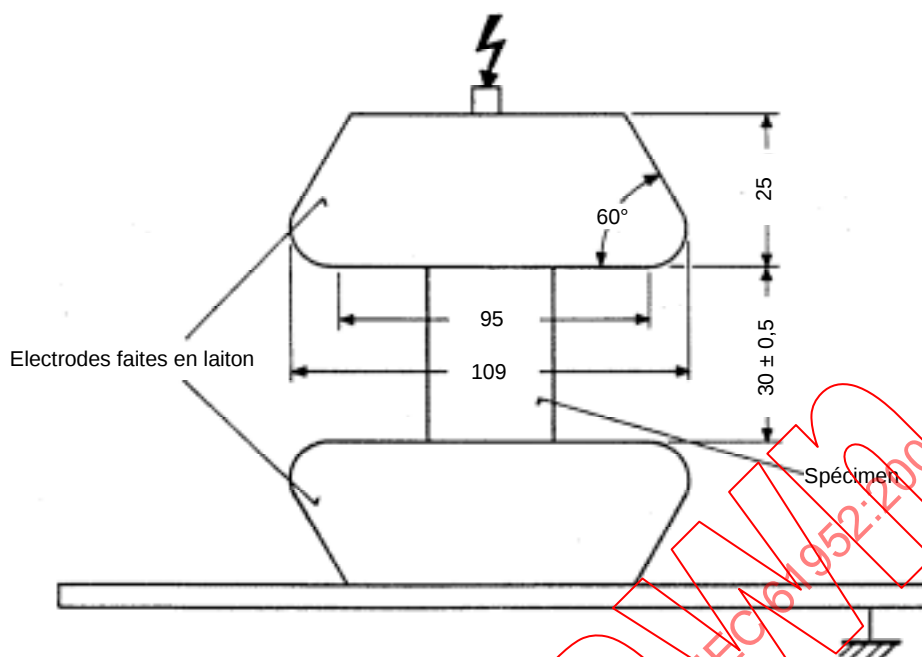
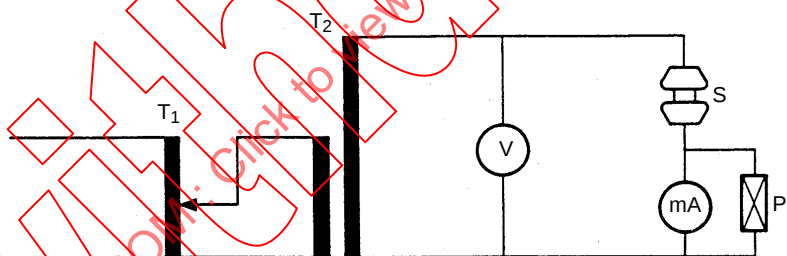


Figure 2 – Example of a boiling container for the water diffusion test



NOTE Pour les spécimens de grand diamètre, le diamètre des électrodes est augmenté pour être au moins 25 mm plus grand que celui du spécimen.

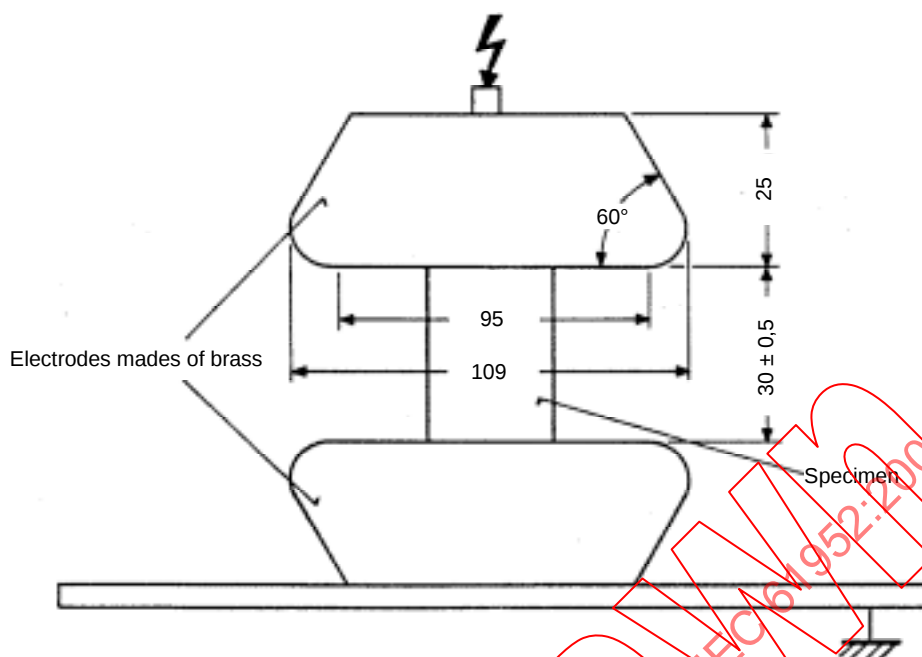
Figure 3 – Electrodes pour l'essai sous tension



Légende

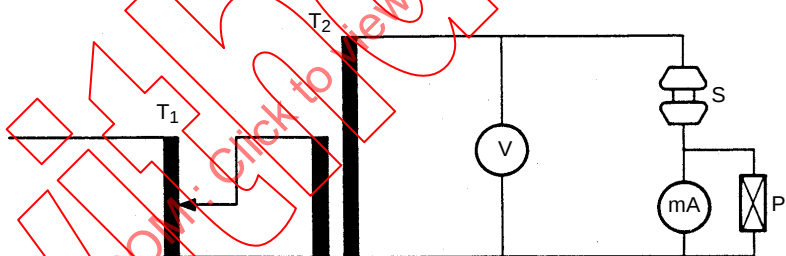
- T₁ régulateur
- T₂ transformateur d'essai à haute tension
- V mesure de la haute tension
- mA milliampermètre
- P_r protection pour le milliampermètre
- S électrodes avec le spécimen en essai

Figure 4 – Circuit typique pour l'essai sous tension



NOTE For specimens with large diameters, the diameter of the electrodes is increased so that the diameter of the flat is at least 25 mm more than that of the specimen.

Figure 3 – Electrodes for the voltage test



Key

- T₁ regulator
- T₂ high-voltage test transformer
- V high-voltage measurement
- mA milliamperemeter
- P_r protection for the milliamperemeter
- S electrodes with test specimen

Figure 4 – Typical circuit for the voltage test

Annexe A (informative)

Notes sur les charges et les essais mécaniques

Cette annexe fournit des commentaires sur les différents essais mécaniques de cette norme.

A.1 Essais de conception

Pour une famille d'isolateurs rigides à socle, la contrainte ou le moment de flexion maximal de conception (généralement exprimé en méga pascals ou en newton-mètres respectivement) limite les charges de flexion. Le noyau et les armatures d'extrémité définissent une famille d'isolateurs rigide à socle, chaque famille pouvant comporter des isolateurs de longueur différente.

La contrainte de flexion maximale de conception (qui résulte d'un essai de vérification de la CFMC) est la contrainte de flexion maximale utilisable de l'isolateur. Pour chaque famille d'isolateurs rigides à socle, un essai de charge de flexion de 96 h permet de vérifier que le noyau peut supporter la contrainte de flexion maximale de conception sans endommagement. Cet essai, en tant qu'essai de conception, ne doit être effectué qu'une seule fois sur un isolateur de longueur représentative pour chaque famille d'isolateurs.

De plus, un essai de charge de traction est requis afin de vérifier la conception des armatures d'extrémité ainsi que la méthode de fixation.

A.2 Essais de type

Le diamètre du noyau, la longueur de couplage de l'isolateur et la méthode de fixation des armatures d'extrémité, définissent mécaniquement un type d'isolateur rigide à socle. Une charge de flexion maximale de conception (CFMC), en kilonewtons, est affectée à chaque type d'isolateur rigide à socle, généralement par interpolation à partir de l'essai de vérification de la CFMC de conception. Pour chaque type d'isolateur rigide à socle, la CFMC assignée est la limite ultime pour les charges de service. Un essai pour vérifier la CFMC de chaque type d'isolateur rigide à socle n'est pas spécifié dans la présente norme; un tel essai de type serait non économique et long à effectuer.

La charge de rupture en flexion est déterminée par un essai de charge instantané. Cette norme demande que la charge de rupture en flexion soit supérieure à la charge de flexion spécifiée, cette dernière étant la résistance instantanée de l'isolateur. L'essai de rupture en flexion vérifie que le noyau ou l'armature métallique de base ne cède pas à la charge de flexion spécifiée, bien que des dommages puissent se produire sur le noyau.

A.3 Essais sur prélèvements

Un essai de charge de flexion instantanée est inclus comme essai sur prélèvement afin de vérifier la charge de flexion spécifiée (CFS). L'essai est effectué sur des isolateurs de production équipés d'armatures d'extrémité de production. Il est rapide et simple à exécuter.