

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Insulators for overhead lines – Composite suspension and tension insulators for a.c. systems with a nominal voltage greater than 1 000 V – Definitions, test methods and acceptance criteria

Isolateurs pour lignes aériennes – Isolateurs composites de suspension et d’ancrage destinés aux systèmes à courant alternatif de tension nominale supérieure à 1 000 V – Définitions, méthodes d’essai et critères d’acceptation



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2008 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, 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 either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.

If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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 la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

- Catalogue of IEC publications: www.iec.ch/searchpub

The IEC on-line Catalogue enables you to search by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

- IEC Just Published: www.iec.ch/online_news/justpub

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details twice a month all new publications released. Available on-line and also by email.

- Electropedia: www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary online.

- Customer Service Centre: www.iec.ch/webstore/custserv

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:

Email: csc@iec.ch

Tel.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

- Catalogue des publications de la CEI: www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: www.iec.ch/online_news/justpub

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille deux fois par mois les nouvelles publications parues. Disponible en-ligne et aussi par email.

- Electropedia: www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International en ligne.

- Service Clients: www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:

Email: csc@iec.ch

Tél.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Insulators for overhead lines – Composite suspension and tension insulators for a.c. systems with a nominal voltage greater than 1 000 V – Definitions, test methods and acceptance criteria

Isolateurs pour lignes aériennes – Isolateurs composites de suspension et d'ancrage destinés aux systèmes à courant alternatif de tension nominale supérieure à 1 000 V – Définitions, méthodes d'essai et critères d'acceptation

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

U

CONTENTS

FOREWORD.....	4
INTRODUCTION.....	6
1 Scope and object.....	7
2 Normative references.....	7
3 Terms, definitions and abbreviations.....	8
3.1 Terms and definitions.....	8
3.2 Abbreviations.....	10
4 Identification.....	10
5 Environmental conditions.....	10
6 Transport, storage and installation.....	10
7 Hybrid insulators.....	10
8 Tolerances.....	10
9 Classification of tests.....	11
9.1 Design tests.....	11
9.2 Type tests.....	11
9.3 Sample tests.....	11
9.4 Routine tests.....	11
10 Design tests.....	12
10.1 General.....	12
10.2 Test specimens for IEC 62217.....	13
10.2.1 Tests on interfaces and connections of end fittings.....	13
10.2.2 Tracking and erosion test.....	13
10.2.3 Tests on core material.....	14
10.3 Product specific pre-stressing for IEC 62217.....	14
10.3.1 Sudden load release.....	14
10.3.2 Thermal-mechanical pre-stress.....	14
10.4 Assembled core load-time tests.....	14
10.4.1 Test specimens.....	14
10.4.2 Mechanical load test.....	15
11 Type tests.....	15
11.1 Electrical tests.....	15
11.2 Damage limit proof test and test of the tightness of the interface between end fittings and insulator housing.....	16
11.2.1 Test specimens.....	16
11.2.2 Performance of the test.....	16
11.2.3 Evaluation of the test.....	17
12 Sample tests.....	17
12.1 General rules.....	17
12.2 Verification of dimensions (E1 + E2).....	18
12.3 Verification of the end fittings (E2).....	18
12.4 Verification of tightness of the interface between end fittings and insulator housing (E2) and of the specified mechanical load, SML (E1).....	18
12.5 Galvanizing test (E2).....	19
12.6 Re-testing procedure.....	19
13 Routine tests.....	19
13.1 Mechanical routine test.....	19

13.2 Visual examination	19
Annex A (informative) Principles of the damage limit, load coordination and testing for composite suspension and tension insulators	21
Annex B (informative) Example of two possible devices for sudden release of load	25
Annex C (informative) Guidance on non-standard mechanical stresses and dynamic mechanical loading of composite tension/suspension insulators.....	27
Bibliography	29
Figure 1 – Thermal-mechanical test.....	20
Figure A.1 – Load-time strength and damage limit of a core assembled with fittings	22
Figure A.2 – Graphical representation of the relationship of the damage limit to the mechanical characteristics and service loads of an insulator with a 16 mm diameter core	23
Figure A.3 – Test loads	24
Figure B.1 – Example of possible device 1 for sudden release of load.....	25
Figure B.2 – Example of possible device 2 for sudden release of load.....	26
Table 1 – Tests to be carried out after design changes	12
Table 2 – Design tests	13
Table 3 – Mounting arrangements for electrical tests	16
Table 4 – Sample sizes	17

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

INSULATORS FOR OVERHEAD LINES – COMPOSITE SUSPENSION AND TENSION INSULATORS FOR A.C. SYSTEMS WITH A NOMINAL VOLTAGE GREATER THAN 1 000 V – DEFINITIONS, TEST METHODS AND ACCEPTANCE CRITERIA

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of 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, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). 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. 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 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 IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 61109 has been prepared by subcommittee 36B: Insulators for overhead lines, of IEC technical committee 36: Insulators.

This second edition cancels and replaces the first edition, published in 1992 and amendment 1, published in 1995. This edition constitutes a technical revision.

The main technical changes with respect to the previous edition are listed below:

- removal of tests procedures now given in IEC 62217;
- inclusion of clauses on tolerances, environmental conditions, transport, storage and installation;
- inclusion of hybrid insulators in the scope (see Clause 8);
- clarification and modification of the parameters determining the need to repeat design and type tests;

- general improvement of the description of tests;
- modification of the specification of load application in bending tests to simplify testing;
- mechanical tests adapted to improved knowledge of failure mechanisms;
- additional requirements for visual examination;
- Annex A simplified and adapted to include the damage limit concept;
- addition of a new Annex C on non-standard loads.

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

FDIS	Report on voting
36B/274/FDIS	36B/276/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 2.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

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

INTRODUCTION

Composite insulators consist of an insulating core, bearing the mechanical load protected by a polymeric housing, the load being transmitted to the core by end fittings. Despite these common features, the materials used and the construction details employed by different manufacturers may be quite different.

Some tests have been grouped together as "Design tests", to be performed only once on insulators which satisfy the same design conditions. For all design tests of composite suspension and tension insulators, the appropriate common clauses defined in IEC 62217 are applied. As far as practical, the influence of time on the electrical and mechanical properties of the components (core material, housing, interfaces etc.) and of the complete composite insulators has been considered in specifying the design tests to ensure a satisfactory life-time under normally known stress conditions of transmission lines. An explanation of the principles of the damage limit, load coordination and testing is presented in Annex A.

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 by agreement between the user and manufacturer. IEC 61467 [1]¹ gives details of a.c. power arc testing of insulator sets.

Composite insulators are used in both a.c. and d.c. applications. In spite of this fact, a specific tracking and erosion test procedure for d.c. applications as a design test has not yet been defined and accepted. The 1 000 h a.c. tracking and erosion test of IEC 62217 is used to establish a minimum requirement for the tracking resistance of the housing material.

The mechanism of brittle fracture has been investigated by CIGRE B2.03² and conclusions are published in [2, 3]. Brittle fracture is a result of stress corrosion induced by internal or external acid attack on the resin bonded glass fibre core. CIGRE D1.14 has developed a test procedure for core materials based on time-load tests on assembled cores exposed to acid, along with chemical analysis methods to verify the resistance against acid attack [4]. In parallel IEC TC36WG 12 is studying preventive and predictive measures.

Composite suspension/tension insulators are not normally intended for torsion or other non-tensile loads. Guidance on non-standard loads is given in Annex C.

Wherever possible, IEC Guide 111 [5] has been followed for the drafting of this standard.

¹ Figures in square brackets refer to the bibliography.

² International Council on Large High Voltage Electric Systems: Working Group B2.03.

**INSULATORS FOR OVERHEAD LINES –
COMPOSITE SUSPENSION AND TENSION INSULATORS
FOR A.C. SYSTEMS WITH A NOMINAL VOLTAGE
GREATER THAN 1 000 V –
DEFINITIONS, TEST METHODS AND ACCEPTANCE CRITERIA**

1 Scope and object

This International Standard applies to composite suspension/tension insulators consisting of a load-bearing cylindrical insulating solid core consisting of fibres – usually glass – in a resin-based matrix, a housing (outside the insulating core) made of polymeric material and end fittings permanently attached to the insulating core.

Composite insulators covered by this standard are intended for use as suspension/tension line insulators, but it should be noted that these insulators can occasionally be subjected to compression or bending, for example when used as phase-spacers.

This standard can be applied in part to hybrid composite insulators where the core is made of a homogeneous material (porcelain, resin), see Clause 8.

The object of this standard is to

- define the terms used,
- prescribe test methods,
- prescribe acceptance 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 60383-1, *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, *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 61466-1, *Composite string insulator units for overhead lines with a nominal voltage greater than 1 000 V – Part 1: Standard strength classes and end fittings*

IEC 62217:2005, *Polymeric insulators for indoor and outdoor use with a nominal voltage > 1 000 V – General definitions, test methods and acceptance criteria*

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

3 Terms, definitions and abbreviations

For the purposes of this document, the following terms, definitions and abbreviations apply.

NOTE Certain terms from IEC 62217 are reproduced here for ease of reference. Additional definitions applicable to insulators can be found in IEC 60050-471 [6].

3.1 Terms and definitions

3.1.1

polymeric insulator

insulator whose insulating body consists of at least one organic based material

NOTE Polymeric insulators are also known as non-ceramic insulators.

NOTE 2 Coupling devices may be attached to the ends of the insulating body.

[IEV 471-01-13]

3.1.2

composite insulator

insulator made of at least two insulating parts, namely a core and a housing equipped with metal fittings

NOTE Composite insulators, for example, can consist either of individual sheds mounted on the core, with or without an intermediate sheath, or alternatively, of a housing directly moulded or cast in one or several pieces on to the core.

[IEV 471-01-02]

3.1.3

core of a composite insulator

internal insulating part of a composite insulator which is designed to ensure the mechanical characteristics

NOTE The core usually consists of either fibres (e.g. glass) which are positioned in a resin-based matrix or a homogeneous insulating material (e.g. porcelain or resin).

[IEV 471-01-03, modified]

3.1.4

insulator trunk

central insulating part of an insulator from which the sheds project

NOTE Also known as shank on smaller insulators.

[IEV 471-01-11]

3.1.5

housing

external insulating part of a composite insulator providing the necessary creepage distance and protecting core from the environment

NOTE An intermediate sheath made of insulating material may be part of the housing.

[IEV 471-01-09]

3.1.6**shed of an insulator**

insulating part, projecting from the insulator trunk, intended to increase the creepage distance.

NOTE The shed can be with or without ribs

[IEV 471-01-15]

3.1.7**interfaces**

surface between the different materials

NOTE Various interfaces occur in most composite insulators, e.g.

- between housing and fixing devices,
- between various parts of the housing, e.g. between sheds, or between sheath and sheds,
- between core and housing

[Definition 3.10 of IEC 62217]

3.1.8**end fitting**

integral component or formed part of an insulator intended to connect it to a supporting structure, or to a conductor, or to an item of equipment, or to another insulator

NOTE Where the end fitting is metallic, the term “metal fitting” is normally used.

[IEV 471-01-06]

3.1.9**connection zone**

zone where the mechanical load is transmitted between the insulating body and the end fitting

[Definition 3.12 of IEC 62217]

3.1.10**coupling**

part of the end fitting which transmits the load to the accessories external to the insulator

[Definition 3.13 of IEC 62217, modified]

3.1.11**specified mechanical load****SML**

load, specified by the manufacturer, which is used for mechanical tests in this standard

3.1.12**routine test load****RTL**

load applied to all assembled composite insulators during a routine mechanical test

3.1.13**failing load**

maximum load that is reached when the insulator is tested under the prescribed conditions

3.2 Abbreviations

The following abbreviations are used in this standard:

E1, E2	Sample sets for sample tests
M_{AV}	Average 1 min failing load of the core assembled with fittings
RTL	Routine test load
SML	Specified mechanical load

4 Identification

In addition to the requirements of IEC 62217, each insulator shall be marked with the SML.

It is recommended that each insulator be marked or labelled by the manufacturer to show that it has passed the routine mechanical test.

5 Environmental conditions

The normal environmental conditions to which insulators are submitted in service are defined in IEC 62217.

6 Transport, storage and installation

In addition to the requirements of IEC 62217, information on handling of composite insulators can be found in CIGRE Technical Brochure 184 [7]. During installation, or when used in non-standard configurations, composite suspension insulators may be submitted to high torsion, compression or bending loads for which they are not designed. Annex C gives guidance on catering for such loads.

7 Hybrid insulators

As stated in Clause 1, this standard can be applied in part to hybrid composite insulators where the core is made of a homogeneous material (porcelain, resin). In general, the load-time mechanical tests and tests for core material are not applicable to porcelain cores. For such insulators, the purchaser and the manufacturer shall agree on the selection of tests to be used from this standard and from IEC 60383-1.

8 Tolerances

Unless otherwise agreed, a tolerance of

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

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

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

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

In the case of insulators with creepage distance exceeding 3 m, it is allowed to measure a short section around 1 m long of the insulator and to extrapolate.

9 Classification of tests

9.1 Design tests

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

- materials of the core, housing and their manufacturing method;
- material of the end fittings, their design and method of attachment (excluding the coupling);
- 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.

When a composite suspension insulator is submitted to the design tests, it becomes a parent insulator for a given design and the results shall be considered valid for that design only. This tested parent insulator defines a particular design of insulators which have all the following characteristics:

- a) same materials for the core and housing and same manufacturing method;
- b) same material of the fittings, the same connection zone design, and the same housing-to-fitting interface geometry;
- c) same or greater minimum layer thickness of the housing over the core (including a sheath where used);
- d) same or smaller stress under mechanical loads;
- e) same or greater diameter of the core;
- f) equivalent housing profile parameters, see Note (a) in Table 1.

9.2 Type tests

The type tests are intended to verify the main characteristics of a composite insulator, which depend mainly on its shape and size. They also confirm the mechanical characteristics of the assembled core (see Clause A.4). They are made on insulators whose class has satisfied the design tests, more details are given in Clause 11.

9.3 Sample tests

The sample tests are for the purpose of verifying other characteristics of composite insulators, including those which depend on the quality of manufacture and on the materials used. They are made on insulators taken at random from lots offered for acceptance.

9.4 Routine tests

The aim of these tests is to eliminate composite insulators with manufacturing defects. They are made on every composite insulator offered for acceptance.

Table 1 – Tests to be carried out after design changes

IF the change in insulator design concerns:		THEN the following tests shall be repeated:									
		Design tests								Type tests	
		62217	61109	62217 Tests on housing material				62217 Tests on the core material		61109	
		Interfaces and connections of end fittings	Assembled core load- time tests	Hardness test	Accelerated weathering test	Tracking and erosion test	Flammability test	Dye penetration test	Water diffusion test	Electrical type tests	Mechanical type tests
1	Housing materials	X	X ^{c)}	X	X	X	X				
2	Housing profile ^{a)}	X				X				X	
3	Core material	X	X					X	X		X
4	Core diameter ^{b)}	X	X					X	X		X
5	Core and end-fitting manufacturing process	X	X					X	X		X
6	Core and end-fitting assembly process	X	X								X
7	Housing manufacturing process	X	X ^{c)}	X	X	X	X				X ^{c)}
8	Housing assembly process	X	X ^{c)}			X					X ^{c)}
9	End fitting material	X	X								X
10	End fitting connection zone design	X	X								X
11	Core/housing/end fitting interface design	X	X ^{c)}			X					X ^{c)}
12	Coupling type										X
a) Variations of the profile within following tolerances do not constitute a change:		- overhang : ± 10 % - diameter : +15 %, -0 % - thickness at base and tip : ± 15 % - spacing : ± 15 % - shed inclinations : ± 3° - shed repetition : identical									
b) Variations of the core diameter within ± 15 % do not constitute a change.											
c) Not necessary if it can be demonstrated that the change has no influence on the assembled core strength.											

10 Design tests

10.1 General

These tests consist of the tests prescribed in IEC 62217 as listed in Table 2 below and a specific assembled core load-time test. The design tests are performed only once and the results are recorded in a test report. Each part can be performed independently on new test specimens, where appropriate. The composite insulator of a particular design shall be qualified only when all insulators or test specimens pass the design tests.

Table 2 – Design tests

Tests on interfaces and connections of end fittings
Pre-stressing – Sudden load release pre-stressing Thermal-mechanical pre-stressing (see 10.2.1 and 10.3 below)
Water immersion pre-stressing
Verification tests
Visual examination
Steep-front impulse voltage test
Dry power-frequency voltage test
Tests on shed and housing material
Hardness test
Accelerated weathering test
Tracking and erosion test – see 10.2.2 below for specimens
Flammability test
Tests on the core material – see 10.2.3 below for specimens
Dye penetration test
Water diffusion test
Assembled core load-time test
Determination of the average failing load of the core of the assembled insulator
Control of the slope of the strength-time curve of the insulator

10.2 Test specimens for IEC 62217

10.2.1 Tests on interfaces and connections of end fittings

Three insulators assembled on the production line shall be tested. The insulation length (metal to metal spacing) shall be not less than 800 mm. Both end fittings shall be the same as on standard production insulators. The end fittings shall be assembled so that the insulating part from the fitting to the closest shed shall be identical to that of the production line insulator. If spacers, joining rings or other features are used in the insulator design (notably for longer insulators), the sample shall include any such devices in a typical position.

NOTE If the manufacturer only has facilities to produce insulators shorter than 800 mm, the design tests may be performed on insulators of those lengths available to him, but the results are only valid for up to the lengths tested.

10.2.2 Tracking and erosion test

If spacers, joining rings or other features are used in the insulator design (notably for longer insulators), the samples for this test shall include any such devices in a typical position.

IEC 62217 specifies that the creepage distance of the sample shall be between 500 mm and 800 mm. If the inclusion of spacers or joints, as mentioned above, requires a longer creepage distance, the design tests may be performed on insulators of lengths as close to 800 mm as possible. If the manufacturer only has facilities to produce insulators with creepage shorter than 500 mm, the design tests may be performed on insulators of those lengths he has available, but the results are only valid for up to the tested lengths.

10.2.3 Tests on core material

The specimens shall be as specified in IEC 62217. However, if the housing material is not bonded to the core, then it shall be removed and the remaining core thoroughly cleaned to remove any traces of sealing material before cutting and testing.

10.3 Product specific pre-stressing for IEC 62217

The tests shall be carried out on the three specimens in the sequence as indicated below.

10.3.1 Sudden load release

With the insulator at $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$, every test specimen is subjected to five sudden load releases from a tensile load amounting to 30 % of the SML.

NOTE 1 Annex B describes two examples of possible devices for sudden load release.

NOTE 2 In certain cases, a lower temperature may be selected by agreement.

10.3.2 Thermal-mechanical pre-stress

Before commencing the test, the specimens shall be loaded at the ambient temperature by at least 5 % of the SML for 1 min, during which the length of the specimens shall be measured to an accuracy of 0,5 mm. This length shall be considered to be the reference length.

The specimens are then submitted to temperature cycles under a continuous mechanical load as described in Figure 1, the 24 h temperature cycle being performed four times. Each 24 h cycle has two temperature levels with a duration of at least 8 h, one at $(+50 \pm 5)\text{ }^{\circ}\text{C}$, the other at $(-35 \pm 5)\text{ }^{\circ}\text{C}$. 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 applied mechanical load shall be equal to the RTL (at least 50 % of the SML) of the specimen. The specimen shall be loaded at ambient temperature before beginning the first thermal 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.

The cycles may be interrupted 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.

After the test, the length shall again be measured in a similar manner at the same load and at the original specimen temperature (this is done in order to provide some additional information about the relative movement of the metal fittings).

10.4 Assembled core load-time tests

10.4.1 Test specimens

Six insulators made on the production line shall be tested. The insulation length (metal to metal spacing) shall be not less than 800 mm. Both end fittings shall be identical in all aspects to those used on production line insulators, except that they may be modified beyond the end of the connection zone in order to avoid failure of the couplings.

The six insulators shall be examined visually and a check made that their dimensions conform with the drawing.

NOTE If the manufacturer only has facilities to produce insulators shorter than 800 mm, the design tests may be performed on insulators of those lengths he has available, but the results are only valid for up to the tested lengths.

10.4.2 Mechanical load test

This test is performed in two parts at ambient temperature.

10.4.2.1 Determination of the average failing load of the core of the assembled insulator M_{AV}

Three of the specimens shall be subjected to a tensile load. The tensile load shall be increased rapidly but smoothly from zero to approximately 75 % of the expected mechanical failing load and shall then be gradually increased in a time between 30 s and 90 s until breakage of the core or complete pull-out occurs. The average of the three failing loads M_{AV} shall be calculated.

10.4.2.2 Verification of the 96 h withstand load

Three specimens shall be subjected to a tensile load. The tensile load shall be increased rapidly but smoothly from zero up to 60 % of M_{AV} , as calculated in 10.4.2.1 and then maintained at this value for 96 h without failure (breakage or complete pull-out). If for any reason the load application is interrupted, then the test shall be restarted on a new specimen.

11 Type tests

An insulator type is **electrically** defined by the arcing distance, creepage distance, shed inclination, shed diameter and shed spacing.

The electrical type tests shall be performed only once on insulators satisfying the conditions above and shall be performed with arcing or field control devices (which are generally necessary on composite insulators at transmission voltages) if they are an integral part of the insulator type.

Furthermore, Table 1 outlines the insulator design characteristics that, when changed, also require a repeat of the electrical type tests.

An insulator type is **mechanically** defined principally by a maximum SML for the given core diameter, method of attachment and coupling design.

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

Furthermore, Table 1 indicates additional insulator design characteristics that, when changed, require a repeat of the mechanical type tests.

11.1 Electrical tests

The electrical tests in Table 3 shall be performed according to IEC 60383-2 to confirm the specified values. 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.

Table 3 – Mounting arrangements for electrical tests

Test	Mounting arrangement
Dry lightning impulse withstand voltage test	Standard mounting arrangement of an insulator string or insulator set when switching impulse tests are not required
Wet power-frequency test	Standard mounting arrangement of an insulator string or insulator set when switching impulse tests are not required
Wet switching impulse withstand voltage test for insulators intended for systems with $U_m \geq 300$ kV	Standard mounting arrangement of an insulator string or insulator set when switching impulse tests are required

11.2 Damage limit proof test and test of the tightness of the interface between end fittings and insulator housing

11.2.1 Test specimens

Four insulators taken from the production line shall be tested. In the case of long insulators, specimens may be manufactured, assembled on the production line, with an insulation length (metal to metal spacing) not less than 800 mm. Both end fittings shall be the same as on standard production insulators. The fittings shall be assembled such that the insulating part from the fitting to the closest shed is identical to that of the production line insulator. The insulators shall be examined visually and checked to see that the dimensions conform with the drawing; they shall then be subjected to the mechanical routine test according to 13.1.

NOTE If the manufacturer only has facilities to produce insulators shorter than 800 mm, the design tests may be performed on insulators of those lengths available to him, but the results are only valid for up to the lengths tested.

11.2.2 Performance of the test

- The four specimens are subjected to a tensile load applied between the couplings at ambient temperature. The tensile load shall be increased rapidly but smoothly from zero up to 70 % of the SML and then maintained at this value for 96 h.
- Both ends of one of the four specimens shall, at the end of the 96 h test, be subjected to crack indication by dye penetration, in accordance with ISO 3452, on the housing in the zone embracing the complete length of the interface between the housing and metal fitting and including an additional area, sufficiently extended, beyond the end of the metal part.

The indication shall be performed in the following way:

- the surface shall be properly pre-cleaned with the cleaner;
- the penetrant shall be applied on the cleaned surface and left to act for 20 min;
- the surface shall be cleaned of the excess penetrant and dried;
- the developer shall be applied, if necessary;
- the surface shall be inspected.

Some housing materials may be penetrated by the penetrant. In such cases, evidence shall be provided to validate the interpretation of the results.

After the penetration test the specimen shall be inspected. If any cracks are visible, the housing and, if necessary, the metal fittings and the core shall be cut perpendicular to the crack in the middle of the widest of the indicated cracks, into two halves. The surface of the two halves shall then be investigated to measure the depth of the cracks.

- The three remaining specimens are then again subjected to a tensile load applied between the couplings at ambient temperature. The tensile load shall be increased rapidly but smoothly from zero to approximately 75 % of the SMS and then gradually increased in a time between 30 s to 90 s to the SMS. If 100 % of the SML is reached in less than 90 s, the

load (100 % of SML) shall be maintained for the remainder of the 90 s (this test is considered to be equivalent to a 1 min 100 % withstand test at SML).

In order to obtain more information from the test, unless special reasons apply (for instance the maximum tensile load of the test machine), the load may be increased until the failing load is reached and its value recorded.

11.2.3 Evaluation of the test

The test is passed if

- no failure (breakage or complete pull-out of the core, or fracture of the metal fitting) occurs either during the 96 h test at 70 % of the SML (11.2.2 a)) or during the 1 min 100 % withstand test at SML (11.2.2 c)),
- no cracks are indicated by the dye penetration method described in 11.2.2.2 b),
- the investigation of the halves described in 11.2.2.2 b) shows clearly that the cracks do not reach the core.

12 Sample tests

12.1 General rules

For the sample tests, two samples are used, E1 and E2. The sizes of these samples are indicated in Table 4 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 sampling tests.

The sampling tests are as follows:

- | | |
|---|-----------|
| a) verification of dimensions | (E1 + E2) |
| b) verification of the locking system | (E2) |
| c) verification of the tightness of the interface between
end fittings and insulator housing | (E2) |
| d) verification of the specified mechanical load, SML | (E1) |
| e) galvanizing test | (E2) |

In the event of a failure of the sample to satisfy a test, the re-testing procedure shall be applied as prescribed in 12.6.

Insulators of sample E2 only can be used in service and only if the galvanizing test is performed with the magnetic method.

Table 4 – Sample sizes

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

12.2 Verification of dimensions (E1 + E2)

The dimensions given in the drawings shall be verified. The tolerances given in the drawings are valid. If no tolerances are given in the drawings the values mentioned in Clause 8 shall be used.

12.3 Verification of the end fittings (E2)

The dimensions and gauges for end fittings are given in IEC 61466-1. The appropriate verification shall be made for the types of fitting used including, if applicable, verification of the locking system in accordance with IEC 60383-1.

12.4 Verification of tightness of the interface between end fittings and insulator housing (E2) and of the specified mechanical load, SML (E1)

- a) One insulator, selected randomly from the sample E2, shall be subjected to crack indication by dye penetration, in accordance with ISO 3452, on the housing in the zone embracing the complete length of the interface between the housing and metal fitting and including an additional area, sufficiently extended, beyond the end of the metal part.

The indication shall be performed in the following way:

- the surface shall be properly pre-cleaned with the cleaner;
- the penetrant, which shall act during 20 min, shall be applied on the cleaned surface;
- within 5 min after the application of the penetrant, the insulator shall be subjected, at the ambient temperature, to a tensile load of 70 % of the SML, applied between the metal fittings; the tensile load shall be increased rapidly but smoothly from zero up to 70 % of the SML, and then maintained at this value for 1 min;
- the surface shall be cleaned with the excess penetrant removed, and dried;
- the developer shall be applied, if necessary;
- the surface shall be inspected.

Some housing materials may be penetrated by the penetrant. In such cases, evidence shall be provided to validate the interpretation of the results.

After the 1 min test at 70 % of the SML, if any cracks occur, the housing and, if necessary, the metal fittings and the core shall be cut perpendicular to the crack in the middle of the widest of the indicated cracks, into two halves. The surface of the two halves shall then be investigated to measure the depth of the cracks.

- b) The insulators of the sample E1 shall be subjected at ambient temperature to a tensile load, applied between the couplings. The tensile load shall be increased rapidly but smoothly from zero to approximately 75 % of the SML and then gradually increased to the SML in a time between 30 s to 90 s.

If 100 % of the SML is reached in less than 90 s, the load (100 % of the SML) shall be maintained for the remainder of the 90 s (this test is considered to be equivalent to a 1 min withstand test at the SML).

In order to obtain more information from the test, unless special reasons apply (for instance the maximum tensile load of the test machine), the load may be increased until the failing load is reached, and its value recorded.

The insulators have passed this test if

- no failure (breakage or complete pull-out of the core, or fracture of the metal fitting) occurs either during the 1 min 70 % withstand test (a)) or during the 1 min 100 % withstand test (b)),
- no cracks are indicated after the dye penetration method described in 12.4 a),
- the investigation of the halves described in 12.4 a) shows clearly that the cracks do not reach the core.

12.5 Galvanizing test (E2)

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

12.6 Re-testing procedure

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

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

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

13 Routine tests

13.1 Mechanical routine test

Every insulator shall withstand, at ambient temperature, a tensile load at RTL corresponding to $0,5 \times \text{SML} \left(\begin{smallmatrix} +10 \\ 0 \end{smallmatrix} \right) \%$ for at least 10 s.

13.2 Visual examination

Each insulator shall be examined. The mounting of the end 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 (see Clause 4).

The following defects are not permitted:

- a) superficial defects of an area greater than 25 mm^2 (the total defective area not to exceed 0,2 % of the total insulator surface) or of depth greater than 1 mm;
- b) cracks at the root of the shed, notably next to the metal fittings;
- c) separation or lack of bonding at the housing to metal fitting joint (if applicable);
- d) separation or bonding defects at the shed to sheath interface,
- e) moulding flashes protruding more than 1 mm above the housing surface.

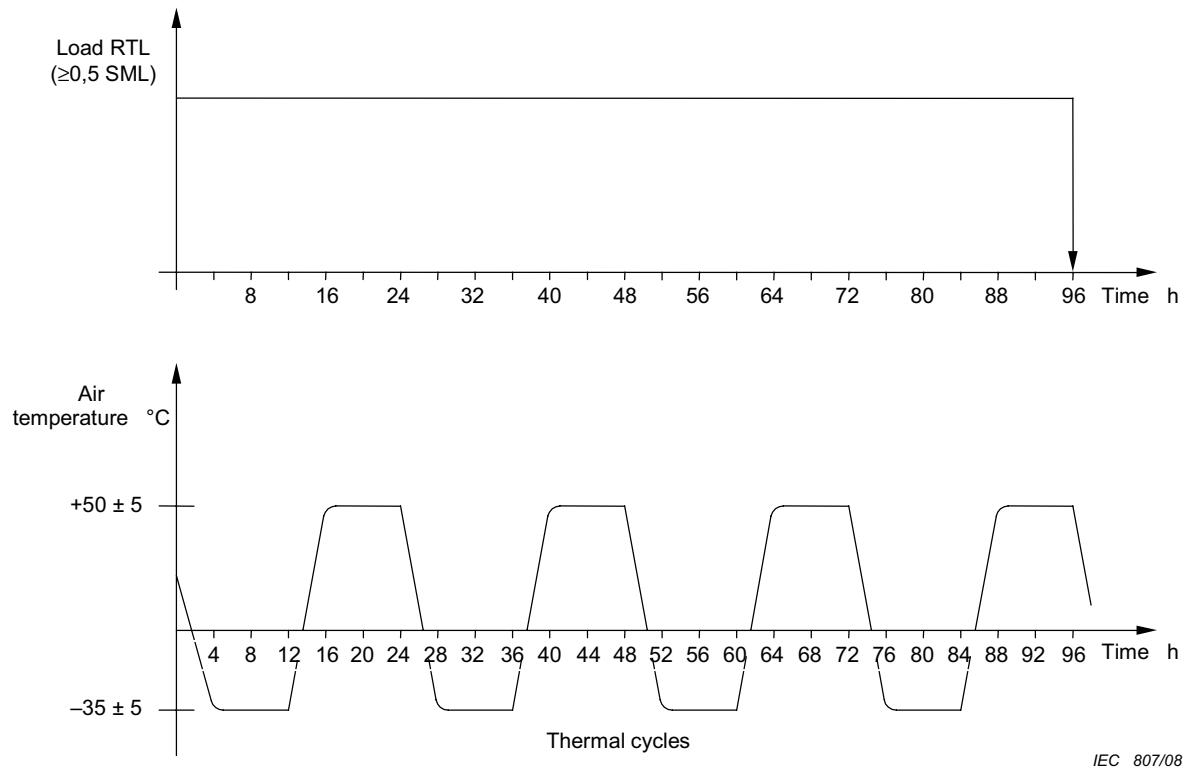


Figure 1 – Thermal-mechanical test

Annex A (informative)

Principles of the damage limit, load coordination and testing for composite suspension and tension insulators

A.1 Introductory remark

This annex is intended to explain the long-term behaviour of composite suspension and tension insulators under mechanical load, to show typical coordination between SML and service loads and to explain the mechanical testing philosophy.

A.2 Load-time behaviour and the damage limit

An essential part of the mechanical behaviour of resin bonded fibre cores, typically used for composite insulators, is their load-time behaviour, which deserves some explanation.

The vast experience gained with composite insulators loaded with tension loads, both in the laboratory and confirmed in service, has shown that the load-time curve is indeed a curve, and not a straight line as was presented in the first version of IEC 61109. This straight line had often been misinterpreted, leading to the deduction that a composite insulator would only retain a small fraction of its original mechanical strength after a period of 50 years, whatever the applied load.

It is now known that the time to failure of composite insulators under static tensile loads follows a curve such as that presented in Figure A.1. To take into account the dispersion in the tensile characteristic of the insulator, the withstand curve is positioned, as shown in Figure A.1, below the failure curve. Being asymptotic, it shows that for a given insulator, there is a load below which the insulator will not fail no matter how long the load is applied since there is no damage to the core. This load level is known as the damage limit. Typically the damage limit lays around 60 % to 70 % of the ultimate strength of the core when assembled with fittings.

The damage limit depends on the kind of core material, on the type of end fitting and on the design of the connection zone. The damage limit represents the load value which causes inception of microscopic mechanical damage within the core material.

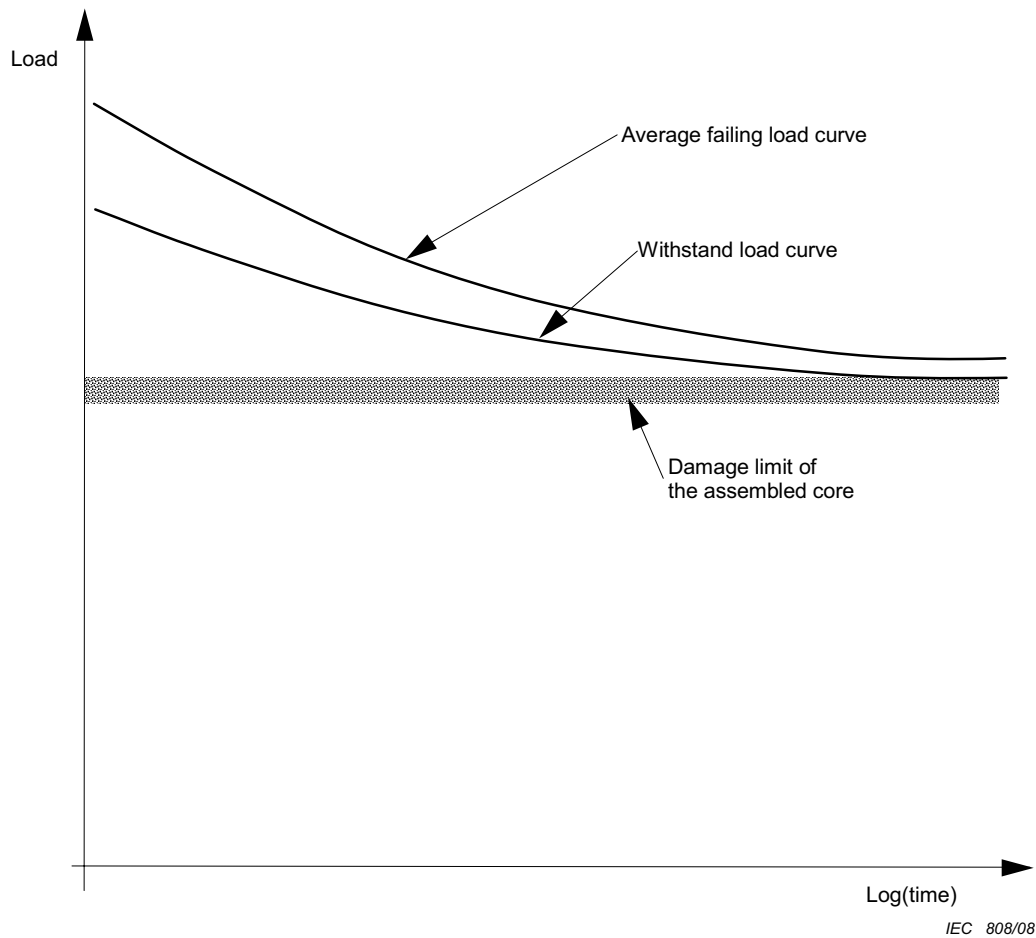
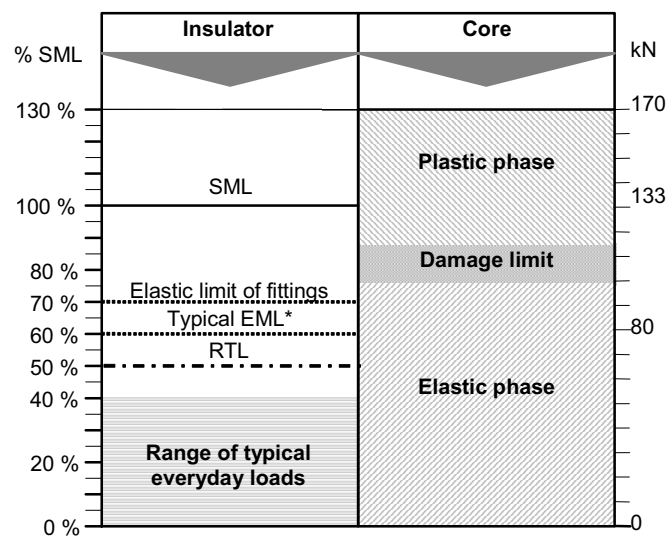


Figure A.1 – Load-time strength and damage limit of a core assembled with fittings

A.3 Service load coordination

For both short- and long-term mechanical loading of the entire composite insulator, the mechanical properties of the individual end fitting types also have to be considered. The maximum admissible working load value for the metal end fittings is limited by the elastic limit of the metal material and the design (mechanically stressed cross-section) of the weakest end fitting part. The maximum admissible load for the entire insulator is therefore given either by the elastic limit of the end fittings or by the damage limit of the assembled core (under normal environmental conditions as given in IEC 62217).

Figure A.2 shows a graphical representation of the typical relationship of the damage limit to the mechanical characteristics of an insulator with a 16 mm diameter core for typical service loads.



* EML Extraordinary mechanical working load (1 week/50 years)

IEC 809/08

Figure A.2 – Graphical representation of the relationship of the damage limit to the mechanical characteristics and service loads of an insulator with a 16 mm diameter core

In all cases, the maximum working load (static and dynamic) shall be below the damage limit of the insulator. It is normal practice to adopt a safety factor of at least 2 between the SML and the maximum working load; this generally ensures that there is also a sufficient margin between the damage limit of the insulator and all service loads. IEC 60826 [8] gives guidance for calculation of loads and application of proper safety factors.

A.4 Verification tests

Two tests are prescribed in this standard to check mechanical strength and damage:

- a design test “96 h withstand load test” (load/time pairs D1 and D2 in Figure A.3) to check the position of the strength/time curve of the insulator (see 10.4.2);
- a type test “damage limit proof test” (load/time pairs T1 and T2 in Figure A.3) to check the damage limit after loading with a constant load of 0,7 SML for 96 h (see 11.2).

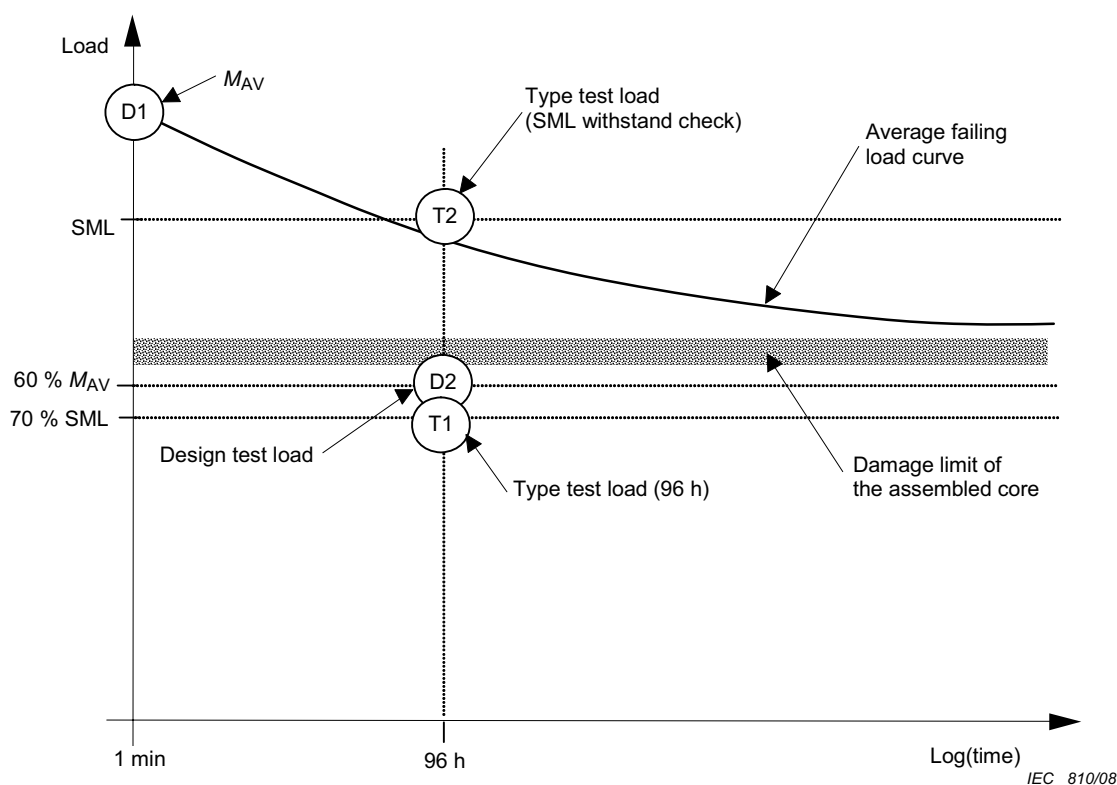


Figure A.3 – Test loads

The design test verifies the starting point of the actual initial load time curve by using M_{AV} (average failing load of the assembled core) and the minimum position of the damage limit by a withstand test for 96 h at $0,6 M_{AV}$.

The choice of the SML with respect to M_{AV} is made by the manufacturer as a function of statistical data, design and process. There is no simple rule governing this relation. In order to check the coherence of the chosen SML with respect to the damage limit of the assembled insulator, the type test requires the insulator to withstand 70 % of the SML during 96 h followed by the SML for one min. If the strength coordination is correct then the insulator will not suffer any damage during the 96 h and will still be able to withstand the SML.

NOTE In some cases, depending on the chosen SML level, it is possible for the 96 h load for the type test to be higher than the 96 h load for the design test. This does not preclude the need for the design test.

Annex B (informative)

Example of two possible devices for sudden release of load

B.1 Device 1 (Figure B.1)

The device consists of a hook A, a release lever B and a mounting plate C. Hook A can rotate on its pivot which is attached to the mounting plate. Tension is applied to the insulator by means of a suitable bolt or shackle, D.

During the time the insulator is under load, the release lever is retained in the position shown by the unbroken lines. Due to the length of the release lever B, a small force is sufficient to move it to the position shown by a broken line, rotating it on its pivot and moving the pivot in the direction X.

This operation of the release lever causes the hook to rotate on its pivot, hence releasing the bolt or shackle, D.

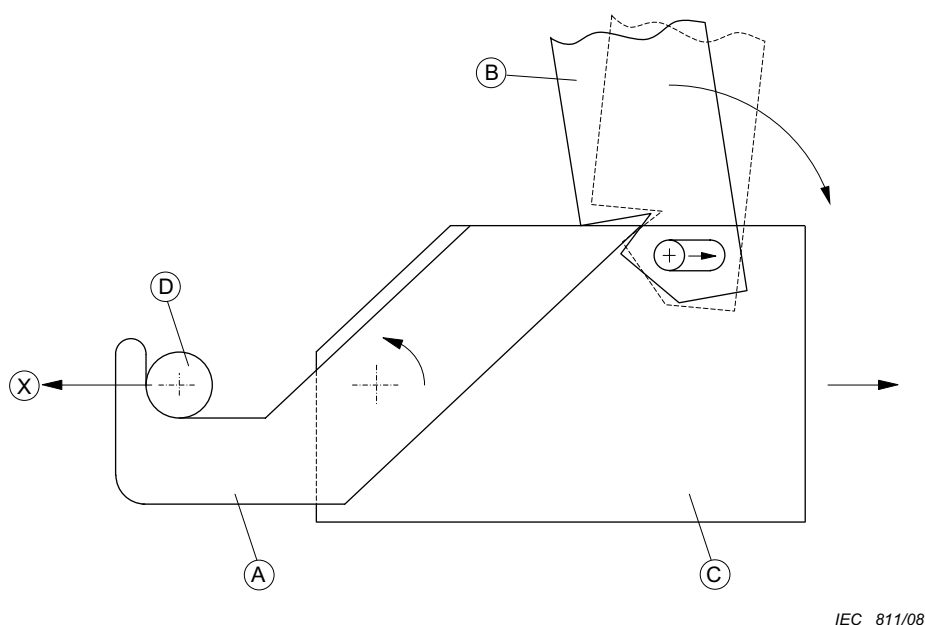


Figure B.1 – Example of possible device 1 for sudden release of load

B.2 Device 2 (Figure B.2)

The device consists of a breakage piece E screwed into two metallic extremities F and G which link the insulator to the tensile machine.

The breakage piece E is in the form of a dumb bell whose diameter is calibrated as a function of the steel used and of the desired breaking load.

The steel utilized for the piece E shall have a yield stress close to the ultimate tensile stress.

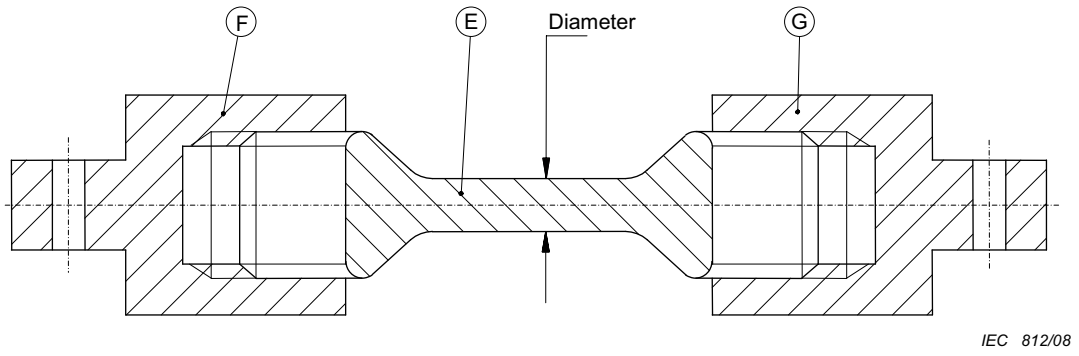


Figure B.2 – Example of possible device 2 for sudden release of load

Annex C (informative)

Guidance on non-standard mechanical stresses and dynamic mechanical loading of composite tension/suspension insulators

C.1 Introductory remark

This annex provides guidance on service conditions where non-standard mechanical loads are introduced to the composite suspension/tension insulator. Examples of such non-standard mechanical loads are torsion, compression (buckling) and bending stress loads. Reference is made, based on insulator field experience to date, on the expected mechanical performance of composite insulators subjected to in-service dynamic mechanical loads.

Composite suspension/tension insulators are primarily designed to operate under mechanical tensile loads/stresses. However, in certain operations/applications, additional non-standard loads can be applied to the insulator. Avoidance of subjecting tension/suspension insulators to these non-standard loads should be made where possible. Guidance on minimizing the introduction of such load conditions is given in the CIGRE Composite Insulator Handling Guide [7].

C.2 Torsion loads

In line stringing operations, if twisting of the conductor bundle occurs and it is attempted to be corrected by rotation of the composite insulator, then a torsion stress can be introduced to the composite insulator. Furthermore, the probability of damage to the insulator is increased if a single strain insulator is used to support a twin conductor bundle. In such cases, the use of two insulators, either with or without inter-connecting yoke plates, is preferred. The introduction of torsion stresses should be avoided as much as possible during conductor stringing. Subjecting the insulators to excess torsion loads can lead to a reduction in the mechanical integrity of the composite insulator.

C.3 Compressive (buckling) loads

Special conditions arise in the case of insulator V-string applications where the suspension insulator may be subjected to compressive loads (if the wind load is greater than the mass supported, then the leeward insulator carries no load and the unit goes into compression). As a result of critical buckling loads being introduced to the insulator, significant damage may occur.

C.4 Bending loads

Long rod insulators may be subjected to critical bending loads during stringing operations. The introduction of such bending stresses should be avoided as much as possible. Subjecting the insulator to critical bending stresses can cause large deflection of the insulator, which can cause damage and loss of mechanical integrity of the insulator.

C.5 Dynamic mechanical loads

Service experience to date indicates that dynamic loads are unlikely to be of amplitude or duration to be detrimental to the mechanical performance of composite suspension/tension insulators.

C.6 Limits

It is difficult to give general limiting values for non-standard stresses due to the varied designs and materials used for composite suspension insulators. The intrinsic maximum stress for common core materials, before damage occurs, is of the order of 400 MPa in bending and 60 MPa in torsion – where the strength of the end fitting assembly onto the rod also comes into play. However, the often large displacements caused by non-standard loads can induce stress in the housing materials and their interfaces with the core or fittings, leading to their damage.

For example, at a stress of 400 MPa, a 2 m long insulator with a 16 mm diameter core would have a deflection of 1,8 m. For this reason it is recommended that the purchaser bring to the attention of the manufacturer, whenever possible, any anticipated non-standard loads or displacements in order to determine if they are critical for the product. In this way, working loads/displacements, the need for a test, the test procedure and the test loads/displacements can then be determined by agreement.

Bibliography

- [1] IEC 61467, *Insulators for overhead lines with a nominal voltage above 1 000 V – AC power arc tests on insulator sets*
 - [2] CIGRE 22.03, *Electra* No. 214, 2004 – *Brittle fracture of composite insulators – Field experience, occurrence and risk assessment*
 - [3] CIGRE 22.03, *Electra* No. 215, 2004 – *Brittle fractures of composite insulators – Failure mode chemistry, influence of resin variations and search for a simple insulator core evaluation test method*
 - [4] CIGRE D1.14, Technical Brochure 255 – *Material properties for non-ceramic outdoor insulation, August 2004*
 - [5] IEC Guide 111, *Electrical high-voltage equipment in high-voltage substations – Common recommendations for product standards*
 - [6] IEC 60050-471, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 471: Insulators*
 - [7] CIGRE 22.03, Technical Brochure 184 – *Composite Insulator Handling Guide. April 2001*
 - [8] IEC 60826, *Design criteria of overhead transmission lines*
-

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	32
INTRODUCTION.....	34
1 Domaine d'application et objet.....	35
2 Références normatives.....	35
3 Termes, définitions et abréviations	36
3.1 Termes et définitions	36
3.2 Abréviations	38
4 Identification.....	38
5 Conditions d'environnement	38
6 Transport, stockage et installation	38
7 Isolateurs hybrides	38
8 Tolérances	38
9 Classification des essais	39
9.1 Essais de conception	39
9.2 Essais de type.....	39
9.3 Essais sur prélèvements	39
9.4 Essais individuels.....	40
10 Essais de conception.....	41
10.1 Général.....	41
10.2 Spécimens d'essai pour la CEI 62217	41
10.2.1 Essais sur les interfaces et les connexions des armatures d'extrémité.....	41
10.2.2 Essai de cheminement et d'érosion	42
10.2.3 Essai sur le matériau du noyau.....	42
10.3 Précontrainte spécifique pour la CEI 62217	42
10.3.1 Suppression brutale de la charge	42
10.3.2 Précontrainte thermomécanique	42
10.4 Essai charge-temps du noyau assemblé.....	43
10.4.1 Spécimens d'essai.....	43
10.4.2 Essai de charge mécanique.....	43
11 Essais de type.....	43
11.1 Essais électriques	44
11.2 Essai de vérification de la limite d'endommagement et essai d'étanchéité de l'interface entre les armatures d'extrémité et le revêtement de l'isolateur	44
11.2.1 Spécimens d'essai.....	44
11.2.2 Déroulement de l'essai	44
11.2.3 Sanction de l'essai	45
12 Essais sur prélèvements.....	45
12.1 Règles générales	45
12.2 Vérification des dimensions (E1 + E2)	46
12.3 Vérification des armatures d'extrémité (E2)	46
12.4 Vérification de l'étanchéité de l'interface entre les armatures d'extrémité et le revêtement de l'isolateur (E2) et vérification de la charge mécanique spécifiée CMS (E1)	46
12.5 Essai de galvanisation (E2)	47
12.6 Procédure de contre-épreuve	47
13 Essais individuels	48

13.1 Essai mécanique individuel	48
13.2 Examen visuel	48
Annexe A (informative) Principes de la limite d'endommagement, de la coordination de charges et essais sur isolateurs composite de suspension ou d'ancrage	49
Annexe B (informative) Exemple de deux dispositifs possibles pour le relâchement brutal de la charge	53
Annexe C (informative) Conseils sur les contraintes mécaniques non standards et les charges mécaniques dynamiques des isolateurs composites de suspension ou d'ancrage	55
Bibliographie	57
Figure 1 – Essai thermomécanique	48
Figure A.1 – Tenue charge-temps et limite d'endommagement d'un noyau en fibre de verre assemble avec des armatures	50
Figure A.2 – Représentation graphique de la relation entre la limite d'endommagement et les caractéristiques mécaniques et les charges de services d'un isolateur avec un noyau de 16 mm de diamètre	51
Figure A.3 – Charges d'essai	52
Figure B.1 – Exemple de dispositif possible 1 pour le relâchement brutal de la charge	53
Figure B.2 – Exemple de dispositif possible 2 pour le relâchement brutal de la charge	54
Tableau 1 – Essais à effectuer après les modifications de conception	40
Tableau 2 – Essais de conception	41
Tableau 3 – Dispositions de montage pour les essais électriques	44
Tableau 4 – Tailles d'échantillons	46

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ISOLATEURS POUR LIGNES AÉRIENNES – ISOLATEURS COMPOSITES DE SUSPENSION ET D'ANCRAGE DESTINÉS AUX SYSTÈMES À COURANT ALTERNATIF DE TENSION NOMINALE SUPÉRIEURE À 1 000 V – DÉFINITIONS, MÉTHODES D'ESSAI ET CRITÈRES D'ACCEPTATION

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) 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, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). 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 de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI 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 61109 a été établie par le sous-comité 36B: Isolateurs pour lignes aériennes, du comité d'études 36 de la CEI: Isolateurs.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition, parue en 1992, et l'amendement 1, publiée en 1995. Cette édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

- suppression des procédures d'essai qui sont maintenant données dans la CEI 62217;
- ajout des articles sur les tolérances, les conditions environnementales, le transport, stockage et installation;
- ajout des isolateurs hybrides au domaine d'application (voir l'Article 8);

- clarification et modification des paramètres déterminant la nécessité de répéter les essais de conception et de type;
- amélioration générale des descriptifs d'essai;
- modification des exigences d'application des charges dans les essais de flexion pour faciliter les essais;
- adaptation des essais mécaniques pour tenir compte des connaissances actuelles sur des mécanismes de défaillance;
- ajout des exigences pour l'examen visuel;
- simplification et adaptation de l'Annexe A pour inclure le concept de limite d'endommagement ;
- ajout d'un nouveau Annexe C sur les charges non-standards.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
36B/274/FDIS	36B/276/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 2.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de maintenance indiquée sur le site web de la CEI sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

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

INTRODUCTION

Les isolateurs composites consistent en un noyau isolant, supportant la charge mécanique, protégé par un revêtement en polymère, la charge étant transmise au noyau par des armatures d'extrémité. Malgré ces traits communs, les matériaux et les détails constructifs utilisés par les différents fabricants peuvent être très différents.

Un certain nombre d'essais ont été groupés sous la dénomination «Essais de conception» et sont à effectuer une seule fois sur des isolateurs satisfaisant aux mêmes conditions de conception. Pour tous les essais de conception des isolateurs de suspension et d'ancrage, les articles communs appropriées définies dans la CEI 62217 sont appliquées. Autant que possible, on a pris en compte l'influence du temps sur les propriétés électriques et mécaniques des composants (matériel du noyau, revêtement, interfaces, etc.) et des isolateurs composites complets pour spécifier les essais de conception, en vue d'assurer une durée de vie satisfaisante dans les conditions de charge normalement connues pour les lignes de transport. Une explication des principes de la limite d'endommagement, de la coordination des charges et les essais est présentée en Annexe A.

On n'a pas considéré utile de spécifier un essai d'arc de puissance comme obligatoire. Les paramètres d'essai sont multiples et peuvent posséder des valeurs très différentes en fonction des configurations du réseau et des supports et de la conception des dispositifs de protection contre l'arc. Il convient de prendre en considération l'effet thermique des arcs de puissance dans la conception des armatures métalliques. Des dommages critiques sur les armatures métalliques provenant de l'amplitude et de la durée du courant de court-circuit peuvent être évités par des dispositifs de protection contre les arcs conçus de manière appropriée. Cette norme n'exclut cependant pas la possibilité d'essais aux arcs de puissance par accord entre l'utilisateur et le fabricant. La CEI 61467 [1]¹ fournit des détails des essais d'arc de puissance en courant alternatif des chaînes d'isolateurs équipées.

Les isolateurs composites sont utilisés dans les applications en courant alternatif et en courant continu. En dépit de ce fait, une procédure d'essais de cheminement et d'érosion spécifique aux applications en courant continu en tant qu'essai de conception n'a pas encore été défini et accepté. L'essai de cheminement et d'érosion en courant alternatif de 1 000 h de la CEI 62217 est utilisé pour établir une exigence minimale pour la résistance au cheminement du matériau de revêtement.

Le mécanisme de la rupture fragile a fait l'objet de recherches par la CIGRÉ B2.03² et ses conclusions sont publiées en [2, 3]. La rupture fragile est due à la corrosion sous contrainte induite par l'attaque par acide, interne ou externe, des noyaux en fibre de verre et résine. Le CIGRÉ D1.14 a développé une procédure d'essai basée sur les essais de temps de charge sur les noyaux assemblés exposés à l'acide, accompagnée de méthodes d'analyse chimiques pour vérifier la résistance contre les attaques acides [4]. En parallèle le TC 36WG 12 de la CEI étudie des mesures préventives et prédictives.

Les isolateurs de suspension/d'ancrage ne sont normalement pas prévus pour supporter des charges de torsion ou des charges autres que de traction. Un guide sur les charges non standards est donné à l'Annexe C.

Le Guide 111 [5] de la CEI a été suivi autant que possible pour élaborer la présente norme.

¹ Les figures entre crochets se réfèrent à la bibliographie.

² Conseil International des Grands Réseaux Electriques à Haute Tension: comité d'études 22.03.

**ISOLATEURS POUR LIGNES AÉRIENNES –
ISOLATEURS COMPOSITES DE SUSPENSION ET D'ANCRAGE
DESTINÉS AUX SYSTÈMES À COURANT ALTERNATIF
DE TENSION NOMINALE SUPÉRIEURE À 1 000 V –
DÉFINITIONS, MÉTHODES D'ESSAI ET CRITÈRES D'ACCEPTATION**

1 Domaine d'application et objet

La présente Norme internationale s'applique aux isolateurs composites de suspension/d'ancrage constitués d'une charge portant un noyau isolant plein cylindrique réalisé en fibres – généralement de verre – en matrice à base de résine, d'un revêtement (à l'extérieur du noyau isolant) réalisé en matériau élastomère et des armatures d'extrémité fixées au noyau isolant.

Les isolateurs composites couverts par la présente norme sont conçus pour la suspension ou l'ancrage des lignes, mais il convient de noter que ces isolateurs peuvent parfois être sollicités en compression ou en flexion, comme par exemple les écarteurs de phases.

La présente norme peut être appliquée en partie aux isolateurs composites hybrides dont le noyau est constitué d'un matériau homogène (porcelaine, résine), voir l'Article 8.

La présente norme a pour objet

- de définir les termes employés,
- de fixer les méthodes d'essais,
- de fixer les conditions d'acceptation d'une fourniture.

La présente norme ne comprend pas des exigences traitant du choix des isolateurs pour des conditions de fonctionnement 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 60383-1, *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, *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 61466-1, *Isolateurs composites pour lignes aériennes de tension nominale supérieure à 1 000 V – Partie 1: Classes mécaniques et accrochages d'extrémité standards*

CEI 62217:2005, *Isolateurs polymériques à l'intérieur ou à l'extérieur avec une tension nominale > 1 000 V – Définitions générales, méthodes d'essais et critères d'acceptation*³

ISO 3452 (toutes les parties), *Essais non destructifs – Examen par ressuage*

3 Termes, définitions et abréviations

Pour les besoins du présent document, les termes, définitions et abréviations suivants s'appliquent.

NOTE Certaines termes de la CEI 62217 sont reproduites ici pour faciliter l'utilisation de la norme. D'autres définitions applicables aux isolateurs se trouvent dans la CEI 60050-471 [6].

3.1 Termes et définitions

3.1.1

isolateur polymérique

isolateur dont le corps isolant se compose d'au moins un matériau organique

NOTE Les isolateurs polymériques sont également connus sous le nom d'isolateurs sans céramique.

NOTE 2 Des dispositifs de couplage peuvent être fixés aux extrémités du corps isolant.

[VEI 471-01-13]

3.1.2

isolateur composite

isolateur constitué d'au moins deux parties isolantes, un noyau et un revêtement et équipé d'armatures d'extrémité

NOTE Les isolateurs composites, par exemple, peuvent être constitués soit d'aillettes individuelles montées sur le noyau, avec ou sans gaine intermédiaire, ou alternativement, d'un revêtement moulé ou coulé directement sur le noyau en une ou plusieurs parties

[VEI 471-01-02]

3.1.3

noyau d'un isolateur composite

partie isolante interne d'un isolateur composite, conçue pour assurer les caractéristiques mécaniques

NOTE Le noyau se compose généralement soit de fibres (par exemple, verre) qui sont positionnées dans une matrice à base de résine, soit d'un matériau isolant homogène (par exemple, porcelaine ou résine).

[VEI 471-01-03, modifié]

3.1.4

fût de l'isolateur

partie isolante centrale d'un isolateur situé entre les ailettes

NOTE Egalement connu sous le nom de tronc pour les isolateurs de taille inférieure.

[VEI 471-01-11, modifié]

³ Actuellement disponible seulement en version anglaise.

3.1.5**revêtement**

partie isolante externe d'un l'isolateur composite qui assure la ligne de fuite nécessaire et protège le noyau de l'environnement

NOTE Une gaine intermédiaire en matériau isolant peut faire partie d'un revêtement.

[VEI 471-01-09]

3.1.6**aillette d'un isolateur**

partie isolante, en saillie sur le fût d'un isolateur, destinée à augmenter la ligne de fuite.

NOTE L'aillette peut être avec ou sans ondulations .

[VEI 471-01-15]

3.1.7**interfaces**

surface entre les différents matériaux

NOTE Diverses interfaces se présentent dans la plupart des isolateurs composites, par exemple

- entre le revêtement et les armatures de fixation,
- entre les diverses parties du revêtement, par exemple entre les ailettes ou entre les ailettes et la gaine,
- entre le noyau et le revêtement

[Définition 3.10 de la CEI 62217]

3.1.8**armature d'extrémité**

composant intégré à ou faisant partie d'un isolateur, qui sert à fixer celui-ci à une structure de support, à un conducteur, à une partie d'un équipement ou à un autre isolateur

NOTE Lorsque l'armature d'extrémité est métallique, le terme " armature métallique " est normalement utilisé.

[VEI 471-01-06, modifié]

3.1.9**zone de connexion**

zone dans laquelle la charge mécanique est transmise entre le corps isolant et la armature d'extrémité

[Definition 3.12 de la CEI 62217]

3.1.10**couplage**

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

[Definition 3.13 de la CEI 62217]

3.1.11**charge mécanique spécifiée****CMS**

charge, spécifiée par le fabricant, qui est utilisée pour les essais mécaniques dans cette norme

3.1.12**charge mécanique individuelle****CMI**

charge appliquée à tous les isolateurs assemblés, au cours d'un essai mécanique individuel

3.1.13

charge de rupture

charge maximale qui est atteinte lorsque l'isolateur est testé dans les conditions exigées

3.2 Abréviations

Les abréviations suivantes sont utilisées dans la présente norme:

E1, E2	Ensembles d'échantillons pour essais sur prélèvements
M_{AV}	Rupture moyenne d'1 min du noyau de l'isolateur assemblé avec les accessoires
CMI	Essai de charge individuel de série
CMS	Charge mécanique spécifiée

4 Identification

En plus des exigences de la CEI 62217, chaque isolateur doit être marqué avec sa CMS.

Il est recommandé que chaque isolateur soit marqué ou étiqueté par le fabricant pour montrer qu'il a subi l'essai mécanique individuel de série.

5 Conditions d'environnement

Les conditions normales d'environnement auxquelles sont soumis les isolateurs en service sont définies dans la CEI 62217.

6 Transport, stockage et installation

En plus des exigences de la CEI 62217, des informations traitant la manutention des isolateurs composites peuvent être trouvées dans la Brochure Thématique CIGRE 184 [7]. Pendant l'installation ou lorsqu'ils sont utilisés dans des configurations non-standard, les isolateurs composites peuvent être soumis à des fortes contraintes de torsion, compression ou flexion pour lesquelles ils n'ont pas été conçus. L'Annexe C donne des indications couvrant de telles charges.

7 Isolateurs hybrides

Comme indiqué à l'Article 1, cette norme peut être appliquée en partie aux isolateurs composite hybrides dont le noyau est réalisé dans un matériau homogène (porcelaine, résine). En général, les essais mécaniques de charge-temps et les essais des matériaux du noyau ne sont pas applicables aux noyaux en porcelaine. Pour ce type d'isolateurs, l'acheteur et le fabricant doivent se mettre d'accord sur une sélection d'essais à effectuer d'après cette norme et d'après la CEI 60383-1.

8 Tolérances

Sauf spécification contraire, une tolérance de

$$\pm (0,04 \times d + 1,5) \text{ mm lorsque } d \leq 300 \text{ mm,}$$

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

doit être autorisée sur toutes les dimensions pour lesquelles des tolérances spécifiques ne sont pas demandées ou données sur le dessin de l'isolateur (d correspondant aux dimensions en millimètres).

La mesure des lignes de fuite doit être liée aux dimensions et aux tolérances de conception déterminées à partir du dessin de l'isolateur, même si cette dimension est supérieure à la valeur spécifiée à l'origine. Lorsqu'une ligne de fuite minimale est spécifiée, la tolérance négative est également limitée par cette valeur.

Dans le cas d'isolateurs avec une ligne de fuite dépassant 3 m, il est permis de mesurer une courte section d'environ 1 m de long de l'isolateur et d'extrapoler.

9 Classification des essais

9.1 Essais de conception

Le but des essais de conception est de démontrer l'adéquation de la conception, des matériaux et de la méthode de construction (technologie). Une conception d'isolateur de suspension est définie par les éléments suivants:

- les matériaux du noyau, le revêtement et leur méthode de fabrication;
- le matériau des armatures d'extrémité, leur conception et la méthode de fixation (à l'exception de l'accouplement);
- l'épaisseur de couche du revêtement recouvrant le noyau (y compris une gaine, si on l'utilise);
- le diamètre du noyau.

Lorsque des modifications de conception ont lieu, une requalification doit être effectuée conformément au Tableau 1.

Lorsqu'un isolateur de suspension composite est soumis aux essais de conception, il devient un isolateur parent pour une conception donnée et les résultats doivent être considérés comme valables pour cette seule conception. Cet isolateur parent essayé définit une conception particulière des isolateurs qui ont tous les caractéristiques suivantes:

- a) les mêmes matériaux pour le noyau et le revêtement et la même méthode de fabrication;
- b) le même matériau des armatures, la même conception de la zone de connexion, et la même géométrie de l'interface entre le revêtement et armature;
- c) une épaisseur de couche du revêtement recouvrant le noyau minimale similaire ou supérieure (y compris une gaine, si on l'utilise);
- d) une contrainte identique ou inférieure sous charges mécaniques;
- e) un diamètre du noyau identique ou supérieur;
- f) les paramètres de profile de revêtement équivalents, voir la Note (a) dans le Tableau 1.

9.2 Essais de type

Les essais de type ont pour but de vérifier les principales caractéristiques d'un isolateur composite qui dépendent principalement de sa forme et de sa taille. Ils confirment aussi les caractéristiques mécaniques du noyau assemblé (voir l'Article A.4). Ils sont effectués sur des isolateurs dont la classe a satisfait les essais de conception, plus de détail sont donnés dans l'Article 11.

9.3 Essais sur prélèvements

Les essais sur prélèvements ont pour but de vérifier d'autres caractéristiques des isolateurs composites, y compris celles qui dépendent de la qualité de fabrication et des matériaux mis en œuvre. Ils sont effectués sur des isolateurs prélevés au hasard de lots proposés pour acceptation.

9.4 Essais individuels

Les essais individuels ont pour but d'éliminer les isolateurs composites ayant des défauts de fabrication. Ils sont faits sur tout isolateur composite présenté pour réception.

Tableau 1 – Essais à effectuer après les modifications de conception

SI la modification de conception de l'isolateur concerne:		ALORS les essais suivants doivent être répétés:									
		Essais de conception								Essais de type	
		62217	61109	62217 Essais sur le revêtement du matériau				62217 Essais sur le matériau du noyau		61109	
		Interfaces et connexions des armatures d'extrémité	Essai de charge-temps du noyau assemblé	Essai de dureté	Essai climatique accéléré	Essai de cheminement et d'érosion	Essai d'inflammabilité	Essai de pénétration de colorant	Essai de pénétration d'eau	Essais de type électriques	Essais de type mécaniques
1	Matériaux de revêtement	X	X ^{c)}	X	X	X	X				
2	Profil du revêtement ^{a)}	X				X				X	
3	Matériau du noyau	X	X					X	X		X
4	Diamètre du noyau ^{b)}	X	X					X	X		X
5	Processus de fabrication du noyau et des armatures d'extrémités	X	X					X	X		X
6	Processus d'assemblage des armatures d'extrémités	X	X								X
7	Processus de fabrication du revêtement	X	X ^{c)}	X	X	X	X				X ^{c)}
8	Processus d'assemblage du revêtement	X	X ^{c)}			X					X ^{c)}
9	Matériau de l'armature d'extrémité	X	X								X
10	Conception de la zone de connexion de l'armature d'extrémité	X	X								X
11	Conception de l'interface noyau-revêtement-armature d'extrémité	X	X ^{c)}			X					X ^{c)}
12	Type de couplage										X
a) Les variations du profil dans les tolérances suivantes ne constituent pas une modification: - projection: $\pm 10 \%$ - du diamètre: $+15 \%, -0 \%$ - de l'épaisseur à la base et à l'extrémité: $\pm 15 \%$ - de pas: $\pm 15 \%$ - d'inclinaisons des ailettes: $\pm 3^\circ$ - de répétition des ailettes: identique b) Des variations du diamètre du noyau de $\pm 15 \%$ ne constituent pas une modification. c) Pas nécessaire si il peut être démontré que la modification n'a pas d'influence sur la résistance mécanique du noyau assemblé.											

10 Essais de conception

10.1 Général

Ces essais sont constitués des essais prescrits dans la CEI 62217 comme listés dans le Tableau 2 ci-dessous et d'un essai de temps de charge sur le noyau assemblé. Ils sont effectués une seule fois et leurs résultats sont consignés dans un rapport d'essai. Chaque partie peut être effectuée indépendamment, sur de nouveaux spécimens, suivant les circonstances. L'isolateur composite d'une conception particulière doit être considéré comme qualifié uniquement lorsque les isolateurs ou les spécimens d'essai satisfont aux essais de conception.

Tableau 2 – Essais de conception

Essais sur les interfaces et les connexions des armatures d'extrémité
Précontraintes – Précontrainte par suppression brutale de la charge Précontrainte thermomécanique (voir 10.2.1 et 10.3 ci-après)
Précontrainte d'immersion dans l'eau
Essais de vérification
Examen visuel
Essai sous onde de choc à front raide
Essai sous tension à fréquence industrielle à sec
Essais du matériau d'aillette et du revêtement
Essai de dureté
Essai climatique accéléré
Essais de cheminement et d'érosion – voir 10.2.2 ci-dessous pour les spécimens
Essai d'inflammabilité
Essai sur le matériau du noyau – voir 10.2.3 ci-dessous pour les spécimens
Essai de pénétration de colorant
Essai de pénétration d'eau
Essais charge-temps du noyau assemblé
Détermination de la charge de rupture moyenne du noyau de l'isolateur assemblé
Contrôle de la pente de la courbe charge-temps

10.2 Spécimens d'essai pour la CEI 62217

10.2.1 Essais sur les interfaces et les connexions des armatures d'extrémité

Trois isolateurs assemblés sur la chaîne de production doivent être essayés. La longueur d'isolement (espacement entre pièces métalliques) doit être d'au moins 800 mm. Les deux armatures d'extrémité doivent être les mêmes que sur les isolateurs standards de production. Les armatures d'extrémités seront assemblées de telle sorte que la partie isolante entre les armatures et l'aillette la plus proche soit identique à celle de l'isolateur de la chaîne de production. Si des centreurs, bagues de raccordement ou autres dispositifs sont utilisés dans la conception de l'isolateur (notamment pour les isolateurs plus longs), le prélèvement doit inclure tout dispositif semblable dans une position typique.

NOTE Si le fabricant ne peut produire que des isolateurs de moins de 800 mm, les essais de conception pourront être effectués sur des isolateurs de la longueur disponible, mais les résultats ne seront valables que jusqu'à la longueur essayée.

10.2.2 Essai de cheminement et d'érosion

Si des centreurs, bagues de raccordement ou d'autres dispositifs sont présents dans la conception de l'isolateur (notamment pour des isolateurs plus longs), les échantillons pour cet essai doivent comporter de tels dispositifs à leur emplacement typique.

La CEI 62217 spécifie que la ligne de fuite de l'échantillon doit être comprise entre 500 mm et 800 mm. Si l'a présence de centreurs ou joints, comme mentionnés ci-dessus, nécessite une plus grande ligne de fuite, les essais de conception peuvent être effectués sur des isolateurs de longueur aussi près de 800 mm que possible. Si le fabricant ne peut produire que des isolateurs avec une ligne de fuite inférieure à 500 mm, les essais de conception peuvent être réalisés sur les isolateurs de la longueur disponible, mais les résultats ne sont toutefois valables que jusqu'aux longueurs essayées.

10.2.3 Essai sur le matériau du noyau

Les échantillons doivent être tels que spécifiés dans la CEI 62217. Cependant, si le matériau de revêtement n'est pas solidaire du noyau, il doit alors être enlevé et le noyau restant sera soigneusement nettoyé pour enlever toute trace de produit d'étanchéité avant d'être coupé et essayé.

10.3 Précontrainte spécifique pour la CEI 62217

Les essais doivent être effectués sur les trois spécimens, dans la séquence indiquée ci-dessous.

10.3.1 Suppression brutale de la charge

Dans l'intervalle de température de $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ à $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$, chaque échantillon d'essai est soumis à cinq suppressions brutales d'une charge de traction égale à 30 % de la CMS.

NOTE 1 L'Annexe B décrit deux exemples de dispositifs possibles pour la suppression brutale de la charge.

NOTE 2 Dans certains cas, une température plus basse peut être sélectionnée par accord.

10.3.2 Précontrainte thermomécanique

Avant de commencer l'essai, les spécimens doivent être chargés, à la température ambiante, à 5 % au moins de la CMS pendant 1 min; pendant ce temps, la longueur doit être mesurée avec une précision de 0,5 mm. Cette longueur doit être considérée comme la longueur de référence.

Les spécimens sont ensuite soumis aux variations de température sous charge mécanique permanente telles qu'elles sont décrites en Figure 1, le cycle de température de 24 h doit être effectué quatre fois. Chaque cycle de température comporte deux niveaux de température d'au moins 8 h, l'un à $(+50 \pm 5)\text{ }^{\circ}\text{C}$, l'autre à $(-35 \pm 5)\text{ }^{\circ}\text{C}$. La température à froid doit être à une température d'au moins 85 K en dessous de la valeur réellement appliquée dans la période à chaud. La précontrainte peut être réalisée dans l'air ou tout autre milieu adapté.

La charge mécanique appliquée doit être égale à la CMI (au moins 50 % de la CMS) de l'isolateur. Le spécimen doit être chargé à la température ambiante avant de commencer le premier cycle thermique.

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

Les cycles peuvent être interrompus pour entretien pour une durée totale de 2 h. Le point de départ après une interruption doit être le début du cycle interrompu.

Après l'essai, la longueur doit de nouveau être mesurée de façon similaire, sous la même charge et à la température d'origine (cela est fait afin d'obtenir un supplément d'information sur le déplacement relatif des armatures métalliques).

10.4 Essai charge-temps du noyau assemblé

10.4.1 Spécimens d'essai

Six isolateurs assemblés sur la chaîne de production doivent être essayés. La longueur d'isolement (espacement de métal à métal) ne doit pas être inférieure à 800 mm. Les deux armatures métalliques doivent être identiques en tous points à celles utilisées sur les isolateurs de la chaîne de production, si ce n'est qu'elles peuvent être modifiées au delà de l'extrémité de la zone de connexion, de façon à éviter une ruptures des couplages.

Les six isolateurs doivent être examinés visuellement et on contrôlera que leurs dimensions sont conformes aux plans.

NOTE Si le fabricant ne peut produire que des isolateurs de moins de 800 mm, les essais de conception pourront être effectués sur des isolateurs de la longueur disponible, mais les résultats ne seront valables que jusqu'à la longueur essayée.

10.4.2 Essai de charge mécanique

Cet essai est effectué en deux parties, à la température ambiante.

10.4.2.1 Détermination de la charge de rupture moyenne du noyau de l'isolateur assemblé M_{AV}

Trois des spécimens doivent être soumis à une charge de traction. Cette traction doit être augmentée rapidement, mais sans à-coups, de zéro à environ 75 % de la charge mécanique de rupture supposée du noyau; elle doit être ensuite augmentée graduellement, en un temps allant de 30 s à 90 s, jusqu'à rupture ou complet arrachement du noyau. La moyenne des trois charges de rupture M_{AV} doit être calculée.

10.4.2.2 Verification de la tenue 96 h

Trois spécimens doivent être soumis à une charge de traction. Cette traction doit être augmentée rapidement, mais sans à-coup, de zéro jusqu'à 60 % de la M_{AV} , telle que calculée en 10.4.2.1, et ensuite maintenue à cette valeur pendant 96 h sans qu'il y ait défaillance (par rupture ou arrachement complet). Si pour une quelconque raison l'application de la charge est interrompue alors l'essai doit être redémarré sur un nouveau spécimen.

11 Essais de type

Un type d'isolateur est défini **électriquement** par la distance d'amorçage, la ligne de fuite, l'inclinaison des ailettes, leur diamètre et leur espacement.

Les essais de type électriques doivent être effectués une seule fois sur les isolateurs satisfaisant aux conditions ci-dessus, et doivent être effectués avec des dispositifs de protection contre les arcs ou de contrôle de champ (qui sont en général nécessaires sur des isolateurs composites à des tensions de transport) s'ils font partie intégrante du type d'isolateur.

De plus, le Tableau 1 indique les caractéristiques de conception d'isolateur qui, si modifiées, demandent aussi la répétition des essais de type électriques.

Un type d'isolateur est défini **mécaniquement** principalement par une CMS maximum pour un diamètre de noyau, une méthode d'attache et une conception des couplages donnés.

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

De plus, le Tableau 1 indique les caractéristiques de conception d'isolateur qui, si modifiés, demandent aussi la répétition des essais de type mécaniques.

11.1 Essais électriques

Les essais électriques du Tableau 3 doivent être effectués selon la CEI 60383-2 pour confirmer les valeurs spécifiées. L'interpolation des résultats d'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 autorisée.

Tableau 3 – Dispositions de montage pour les essais électriques

Essai	Dispositions de montage
Essai de tenue aux chocs de foudre à sec	Montage normalisé des chaînes d'isolateurs ou des chaînes équipées quand les essais aux chocs de manoeuvre ne sont pas demandés
Essai à fréquence industrielle sous pluie	Montage normalisé des chaînes d'isolateurs ou des chaînes équipées quand les essais aux chocs de manoeuvre ne sont pas demandés
Essais de tenue aux chocs de manoeuvre sous pluie pour des isolateurs destinés à des systèmes avec $U_m \geq 300$ kV	Montage normalisé des chaînes d'isolateurs ou des chaînes équipées quand les essais aux chocs de manoeuvre sont demandés

11.2 Essai de vérification de la limite d'endommagement et essai d'étanchéité de l'interface entre les armatures d'extrémité et le revêtement de l'isolateur

11.2.1 Spécimens d'essai

Quatre isolateurs assemblés sur la ligne de production doivent être essayés. Dans le cas d'isolateurs longs, des spécimens peuvent être fabriqués et assemblés sur la chaîne de production, avec une longueur d'isolement (espacement de métal à métal) qui ne doit pas être inférieure à 800 mm. Les deux armatures d'extrémité doivent être identiques à celles des isolateurs de production standard. Les armatures doivent être assemblées de telle sorte que la partie isolante entre les armatures et l'ailette la plus proche soit identique à celle de l'isolateur de la chaîne de production. Les isolateurs doivent être examinés visuellement et on doit vérifier que leurs dimensions soient conformes au plan, ensuite ils doivent être soumis à l'essai mécanique de routine selon 13.1.

NOTE Si le fabricant ne peut produire que des isolateurs de moins de 800 mm, les essais de conception pourront être effectués sur des isolateurs de la longueur disponible, mais les résultats ne seront valables que jusqu'à la longueur essayée.

11.2.2 Déroutement de l'essai

- Les quatre specimens sont soumis à une charge de traction appliquée à température ambiante entre les couplages. La charge doit être augmentée rapidement mais sans à-coups, de zéro jusqu'à 70 % de la CMS et ensuite maintenue à cette valeur pendant 96 h.
- Les deux extrémités de l'un des quatre specimens doit, à la fin de l'essai de 96 h, être soumis à une identification de craquelure par pénétration de colorant, selon l'ISO 3452, sur le revêtement dans la zone comprenant la longueur complète de l'interface entre le revêtement et l'armature métallique et incluant en plus une zone suffisamment étendue au-delà de l'extrémité de la partie métallique.

Les essais doivent être réalisés dans l'ordre suivant:

- la surface doit être soigneusement nettoyée avec l'agent de nettoyage;
- l'agent de pénétration doit être appliqué à la surface nettoyée et doit agir pendant 20 min;
- la surface doit être débarrassée de l'agent de pénétration en excès et ensuite séchée;
- si la méthode le demande on doit appliquer le révélateur;
- la surface doit être examinée.

Certains matériaux de revêtement peuvent être pénétrés par l'agent de pénétration. Dans de tels cas, on doit apporter des preuves pour valider l'interprétation des résultats.

Après l'essai de pénétration le spécimen doit être inspecté. Si des craquelures sont visibles, le revêtement, et si nécessaire, les armatures métalliques et le noyau doivent être coupés en deux moitiés perpendiculairement à la craquelure au milieu de la plus large des craquelures visible. La surface des deux moitiés doit ensuite être examinée pour déterminer la profondeur de la craquelure.

- c) Les trois spécimens restants sont ensuite de nouveau soumis à une traction appliquée entre les couplages à température ambiante. La charge est augmentée rapidement mais sans à-coups, de zéro jusqu'à environ 75 % de la CMS, et ensuite augmentée graduellement dans un temps allant de 30 s à 90 s jusqu'à la CMS. Si on atteint 100 % de la CMS en moins de 90 s, la charge (100 % de la CMS) doit être maintenue pendant le reste des 90 s (cet essai est considéré comme équivalent à un essai de tenue pendant 1 min à 100 % de la CMS).

En vue d'obtenir le maximum d'informations de l'essai, sauf raisons spéciales (comme par exemple la capacité de traction maximale de la machine d'essai), la charge peut être augmentée jusqu'à ce que la charge de rupture soit atteinte. Cette valeur est notée.

11.2.3 Sanction de l'essai

L'essai est réussi si

- aucune rupture (rupture ou complet arrachement du noyau, ou fracture d'une armature métallique) ne se produit, ni pendant l'essai 96 h à 70 % de la CMS (11.2.2 a)) ni pendant l'essai de tenue 1 min à 100 % de la CMS (11.2.2 c)),
- aucune craquelure n'est révélée par la méthode d'essai de pénétration de colorant décrite en 11.2.2 b),
- l'investigation des moitiés décrite en 11.2.2 b) montre clairement que les craquelures n'atteignent pas le noyau.

12 Essais sur prélèvements

12.1 Règles générales

Pour les essais sur prélèvements, deux prélèvements sont effectués, E1 et E2. Les tailles de ces prélèvements sont indiquées dans le Tableau 4 ci-après. Quand plus de 10 000 isolateurs sont concernés, ils doivent être divisés en un nombre optimal de lots comprenant entre 2 000 et 10 000 isolateurs. Les résultats des essais doivent être évalués séparément pour chaque lot.

Les isolateurs doivent être choisis dans le lot de manière aléatoire. L'acheteur a le droit d'effectuer la sélection. Les prélèvements E1 et E2 seront soumis aux essais sur prélèvement applicables.

Les essais sur prélèvement sont les suivants:

- a) vérification des dimensions (E1 + E2)
- b) vérification du dispositif de verrouillage (E2)
- c) vérification de l'étanchéité de l'interface entre les armatures d'extrémité et le revêtement de l'isolateur (E2)
- d) vérification de la charge mécanique spécifiée CMS (E1)
- e) vérification de la galvanisation (E2)

Dans le cas où un prélèvement ne satisfait pas à un essai, l'essai sera répété selon la procédure de contre-épreuve de 12.6.

Seuls les isolateurs du prélèvement E2 peuvent être utilisés en service et cela seulement si l'essai de galvanisation est effectué suivant la méthode magnétique.

Tableau 4 – Tailles d'échantillons

Taille du lot N	Taille d'échantillon	
	E1	E2
$N \leq 300$	Défini par accord	
$300 < N \leq 2\,000$	4	3
$2\,000 < N \leq 5\,000$	8	4
$5\,000 < N \leq 10\,000$	12	6

12.2 Vérification des dimensions (E1 + E2)

Les dimensions indiquées sur les dessins sont vérifiées. Les tolérances indiquées sur les dessins sont valides. Si aucune tolérance n'est indiquée, les valeurs mentionnées à l'Article 8 seront considérées comme bonnes.

12.3 Vérification des armatures d'extrémité (E2)

Les dimensions et les calibres de contrôle pour les armatures d'extrémité sont donnés dans la CEI 61466-1. Une vérification appropriée doit être faite pour le type d'armature utilisé, incluant, si applicable, une vérification du système de verrouillage selon la CEI 60383-1.

12.4 Vérification de l'étanchéité de l'interface entre les armatures d'extrémité et le revêtement de l'isolateur (E2) et vérification de la charge mécanique spécifiée CMS (E1)

- a) Un isolateur, sélectionné au hasard parmi le prélèvement E2, sera soumis à l'indication de craquelure par pénétration de colorant, selon ISO 3452, sur le revêtement dans la zone contenant la longueur complète de l'interface entre le revêtement et les armatures d'extrémité et incluant une surface additionnelle, suffisamment étendue, au delà de l'extrémité de la partie métallique.

L'indication de craquelure doit être effectuée de la manière suivante:

- la surface doit être soigneusement nettoyée avec l'agent de nettoyage;
- l'agent de pénétration doit être en contact avec la surface nettoyée pendant 20 min;
- moins de 5 min après l'application du pénétrant, l'isolateur doit être soumis, à température ambiante, à une charge de traction de 70 % de la CMS, appliquée entre les parties métalliques, la charge de traction doit être augmentée rapidement mais doucement de zéro à 70 % de la CMS, et ensuite maintenue à cette valeur pendant 1 min;

- la surface doit être débarrassée de l'agent de pénétration en excès et ensuite séchée;
- si la méthode le demande on doit appliquer le révélateur;
- la surface doit être examinée.

Certains matériaux de revêtement peuvent être pénétrés par l'agent de pénétration. Dans ce cas, on doit pouvoir interpréter les résultats correctement.

Après l'essai de 1 min à 70 % de la CMS, si des craquelures se produisent, le revêtement et, si nécessaire, les armatures métalliques et le noyau doivent être coupés en deux moitiés perpendiculairement à la craquelure au milieu de la plus large des craquelures visible. La surface des deux moitiés doit ensuite être examinée pour déterminer la profondeur de la craquelure.

- b) Tous les isolateurs du prélèvement E1 doivent être soumis, à la température ambiante, à une charge de traction appliquée entre les couplages. La charge de traction doit être augmentée rapidement mais sans à-coups, de zéro à environ 75 % de la CMS, et ensuite augmentée graduellement pendant 30 s à 90 s jusqu'à ce que la CMS soit atteinte.

Si on atteint 100 % de la CMS en moins de 90 s, la charge (100 % de la CMS) doit être maintenue pendant le reste des 90 s (cet essai est considéré comme équivalent à un essai de tenue pendant 1 min à 100 % de la CMS).

En vue d'obtenir le maximum d'informations de l'essai, sauf raisons spéciales (comme par exemple la capacité de traction maximale de la machine d'essai), la charge peut être augmentée jusqu'à ce que la charge de rupture soit atteinte. Cette valeur est notée.

Les isolateurs ont passé cet essai avec succès si

- aucun défaut (rupture ou arrachement complet du noyau, ou fracture de l'armature métallique) n'apparaît ni pendant l'essai de tenue 1 min 70 % (a)) ni pendant l'essai de tenue 1 min 100 % (b)),
- aucune craquelure n'est indiquée après la méthode de pénétration de colorant décrite en 12.4 a),
- l'examen des moitiés décrit en 12.4 a) montre clairement que les craquelures n'ont pas atteint le noyau.

12.5 Essai de galvanisation (E2)

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

12.6 Procédure de 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 et doit être retiré par le fabricant.

13 Essais individuels

13.1 Essai mécanique individuel

Chaque isolateur doit résister, à température ambiante, à une charge de traction (CMI) correspondant à $0,5 \times \text{CMS} \left(\begin{smallmatrix} +10 \\ 0 \end{smallmatrix} \right) \%$ pendant au moins 10 s.

13.2 Examen visuel

Chaque isolateur doit être examiné. Le montage des armatures d'extrémité 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 (voir l'Article 4).

Les imperfections suivantes ne sont pas acceptables:

- a) défauts superficiels d'aire supérieure à 25 mm^2 (l'aire totale des défauts n'excédant pas 0,2 % de la surface totale de l'isolateur) ou de profondeur supérieure à 1 mm;
- b) fissures à la base des ailettes, particulièrement près des armatures métalliques;
- c) séparation ou manque d'adhésion du joint entre le revêtement et les armatures métalliques (le cas échéant);
- d) séparation ou défauts d'adhésion à l'interface entre l'ailette et la gaine de revêtement,
- e) bavures de moulage de plus de 1 mm à partir de la surface du revêtement.

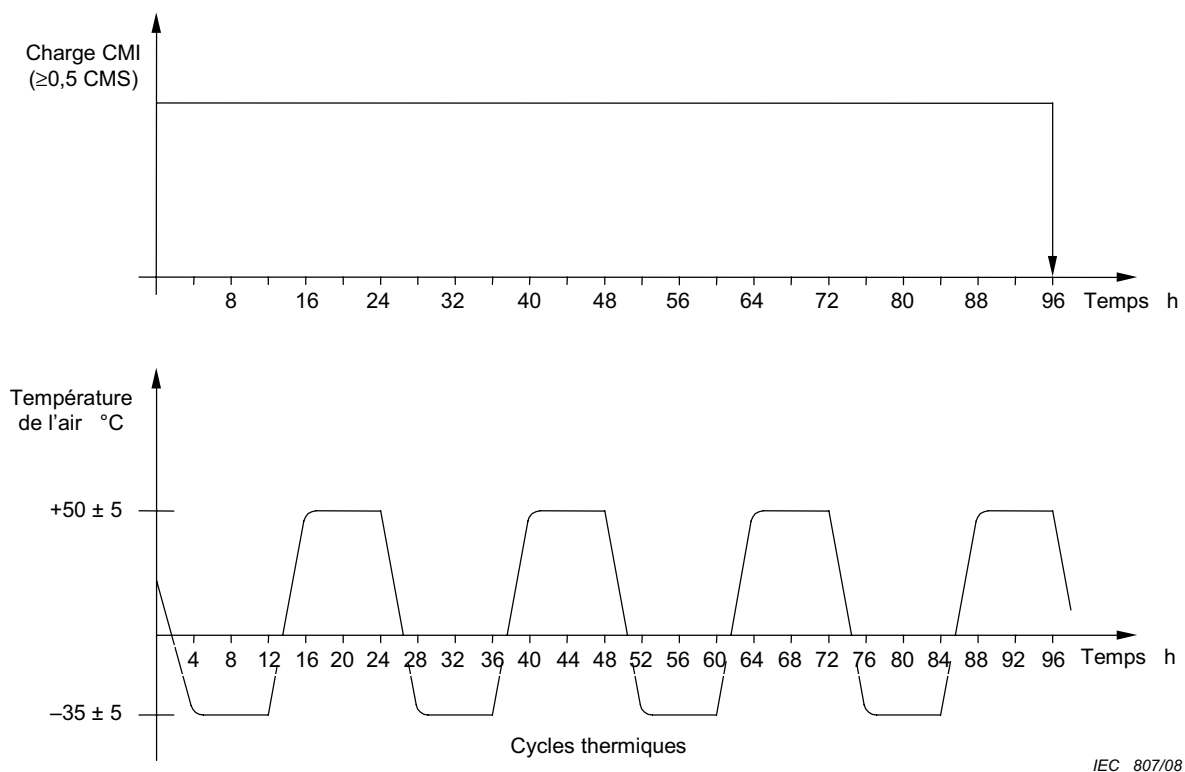


Figure 1 – Essai thermomécanique

Annexe A (informative)

Principes de la limite d'endommagement, de la coordination de charges et essais sur isolateurs composite de suspension ou d'ancrage

A.1 Remarque générale

Cette annexe a pour but d'expliquer le comportement à long terme des isolateurs composites de suspension et d'ancrage sous charge mécanique, de montrer la coordination typique entre CMS et les charges de service et d'expliquer la philosophie des essais mécaniques.

A.2 Comportement charge-temps et la limite d'endommagement

Une partie essentielle du comportement mécanique des noyaux en résine/fibres de verre, typiquement utilisés pour les isolateurs composites, est leur comportement charge-temps, qui mérite quelques explications.

L'immense expérience acquise avec les isolateurs composite soumis à des charges de traction, à la fois en laboratoire et confirmé en service, a montré que la courbe charge-temps est vraiment une courbe, et pas une ligne droite comme présenté dans la première version de la CEI 61109. Cette droite a souvent été mal interprétée, amenant à la déduction qu'un isolateur composite ne conserverait qu'une petite partie de sa tenue mécanique initiale après une période de 50 ans, quelle que soit la charge appliquée.

On sait maintenant que le temps jusqu'à rupture des isolateurs composite sous des charges de traction statiques suit une courbe telle que présentée en Figure A.1. Pour prendre en compte la dispersion dans les caractéristiques de tenue en traction de l'isolateur, la courbe de tenue est positionnée comme le montre la Figure A.1, au-dessous de la courbe de rupture. Cette courbe étant asymptotique, cela montre que, pour un isolateur donné, il y a une charge en dessous de laquelle l'isolateur ne va pas rompre, quelque soit sa durée d'application, puisqu'il n'y a aucun dommage au noyau. Ce niveau de charge est connu comme étant la limite d'endommagement. Typiquement, cette limite d'endommagement est à environ 60 % à 70 % de la résistance ultime du noyau assemblé avec ses armatures.

La limite d'endommagement dépend du genre de matériau du noyau, du type d'armature d'extrémité et de la conception de la zone de connexion. La limite d'endommagement représente la valeur de charge qui provoque un début d'avarie mécanique microscopique dans le matériau.

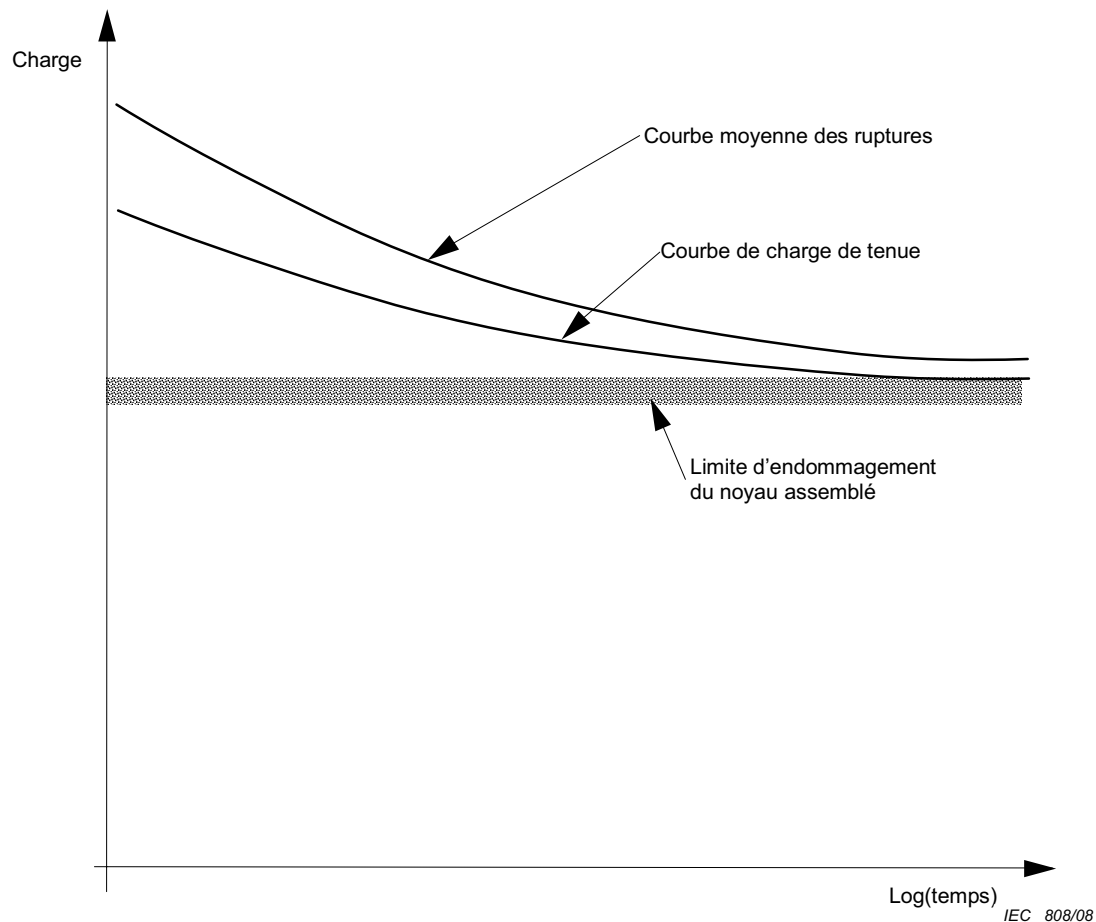
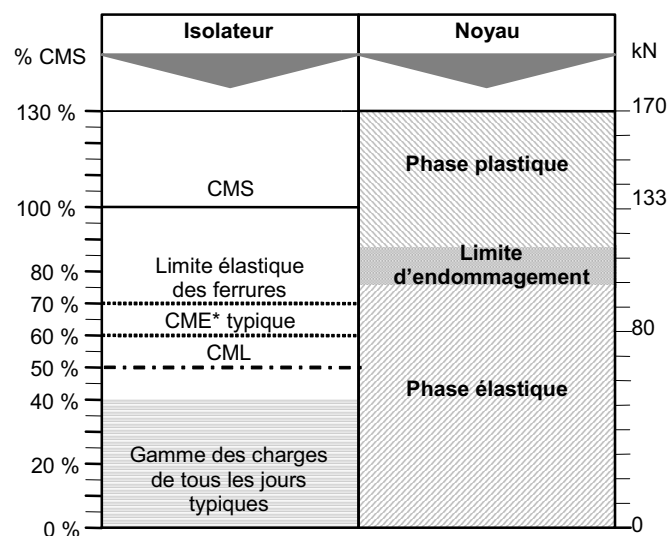


Figure A.1 – Tenue charge-temps et limite d'endommagement d'un noyau en fibre de verre assemblé avec des armatures

A.3 Coordination des charges de service

Pour le chargement mécanique à court et à long terme de l'isolateur composite entier, les propriétés mécaniques des différents types d'armatures d'extrémité doivent également être considérées. La valeur de charge de travail maximum admissible pour les armatures d'extrémité métalliques est limitée par la limite élastique du matériau métallique et la conception (section transversale contrainte mécaniquement) de la partie la plus faible de l'armature d'extrémité. La charge maximum admissible pour l'isolateur entier est donc donnée soit par la limite élastique des armatures d'extrémité soit par la limite d'endommagement du noyau assemblé (sous des conditions d'environnement normales comme indiqué dans la CEI 62217).

La Figure A.2 montre une représentation graphique de la relation typique entre la limite d'endommagement et les caractéristiques mécaniques d'un isolateur avec un noyau de 16 mm de diamètre pour des charges de services typiques.



* CME Charge mécanique extraordinaire (1 semaine/50 ans)

IEC 809/08

Figure A.2 – Représentation graphique de la relation entre la limite d'endommagement et les caractéristiques mécaniques et les charges de services d'un isolateur avec un noyau de 16 mm de diamètre

Dans tous les cas, la charge maximale de travail (statique et dynamique) doit être en-deçà de la limite d'endommagement de l'isolateur. C'est la pratique normale que d'adopter un facteur de sécurité d'au moins 2 entre la CMS et la charge maximum de travail; ceci en général assure qu'il y a aussi une marge suffisante entre la limite d'endommagement de l'isolateur et toutes les charges de service. La CEI 60826 [8] donne un guide pour le calcul des charges et l'application des facteurs de sécurité propres.

A.4 Essais de vérification

Deux essais sont exigés dans cette norme pour vérifier la tenue mécanique et l'endommagement:

- un essai de conception «essai de charge de tenue 96 h» (couples charge/temps D1 et D2 de la Figure A.3) pour vérifier la position de la courbe de résistance de l'isolateur en fonction du temps (see 10.4.2);
- un essai de type «essai de limite d'endommagement» (couples charge/temps T1 and T2 de la Figure A.3) pour vérifier la limite d'endommagement après chargement avec une charge constante de 0,7 CMS pendant 96 h (see 11.2).

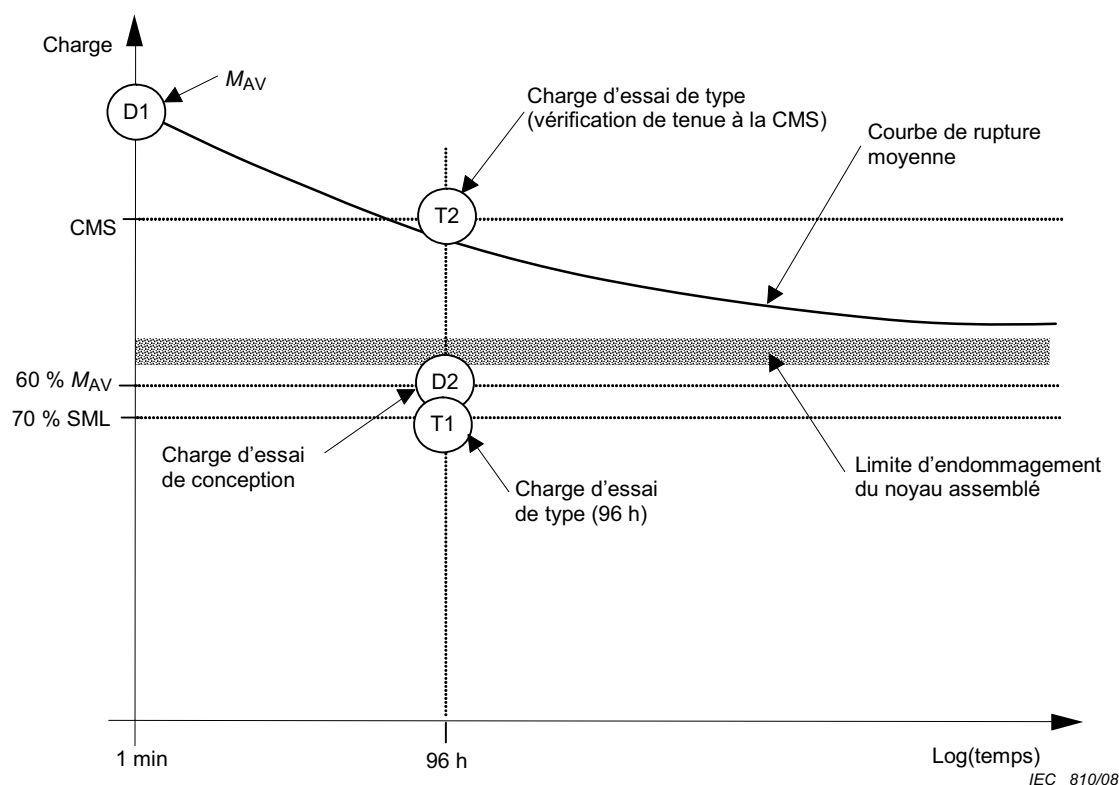


Figure A.3 – Charges d'essai

L'essai de conception vérifie le point de départ de la courbe initiale réelle charge temps en utilisant M_{AV} (charge de rupture moyenne du noyau assemblé) et la position minimum de la limite d'endommagement par un essai de tenue 96 h à $0,6 M_{AV}$.

Le choix de la CMS en respectant M_{AV} est fait par le fabricant en fonction de données statistiques, de la conception et du process. Il n'y a pas de règle simple gouvernant cette relation. Pour vérifier la cohérence de la CMS choisie par rapport à la limite d'endommagement de l'isolateur assemblé, l'essai de type demande à l'isolateur de tenir 70 % de la CMS pendant 96 h suivi de la CMS pendant 1 min. Si la coordination des charges est correcte, l'isolateur ne subira aucun dommage pendant 96 h et restera capable de tenir la CMS.

NOTE Dans certains cas, selon le niveau de CMS choisi, il est possible que la charge de l'essai de type de 96 h soit plus élevée que celle de l'essai de conception. Ceci n'exclue pas la nécessité de l'essai de conception.

Annexe B (informative)

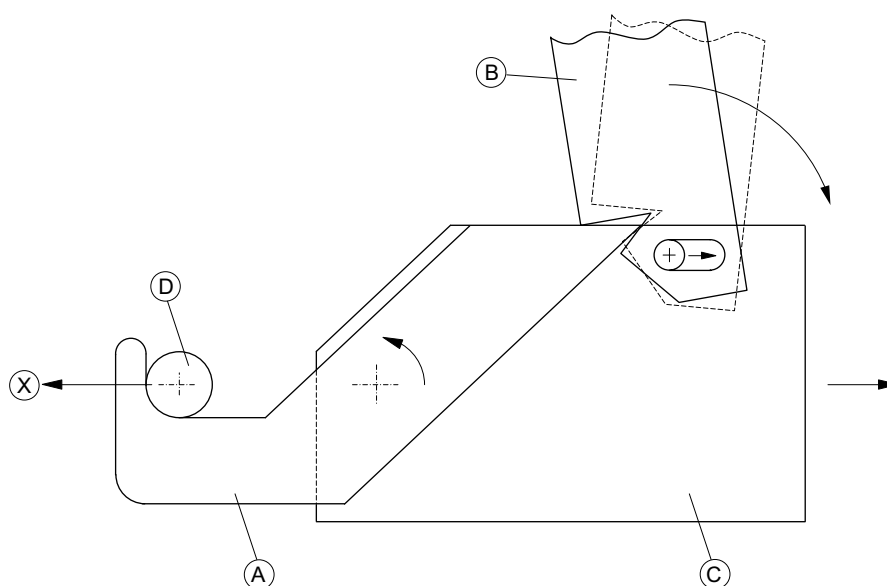
Exemple de deux dispositifs possibles pour le relâchement brutal de la charge

B.1 Dispositif 1 (Figure B.1)

Le dispositif consiste en un crochet A, un levier de relâchement B et une plaque de montage C. Le crochet A peut tourner autour de son pivot qui est fixé à la plaque de montage. La traction est appliquée à l'isolateur au moyen d'un boulon ou d'un étrier convenable, D.

Pendant que l'isolateur est sous tension, le levier est retenu dans la position marquée en traits pleins. Du fait de la longueur de ce levier B, il suffit d'un effort faible pour l'amener à la position marquée en tirets, en le faisant tourner sur son pivot et en déplaçant ce pivot dans la direction X.

Cette opération sur le levier de relâchement fait tourner le crochet sur son pivot, ce qui relâche le boulon ou l'étrier, D.



IEC 811/08

Figure B.1 – Exemple de dispositif possible 1 pour le relâchement brutal de la charge

B.2 Dispositif 2 (Figure B.2)

Le dispositif consiste en une pièce de rupture E vissée dans deux extrémités métalliques F et G qui relient l'isolateur à la machine de traction.

La pièce de rupture E, avec les extrémités en forme de cloche, a un diamètre calibré en fonction de l'acier utilisé et de la résistance à la rupture désirée.

L'acier utilisé pour la pièce E doit avoir une limite élastique proche de la contrainte de rupture.

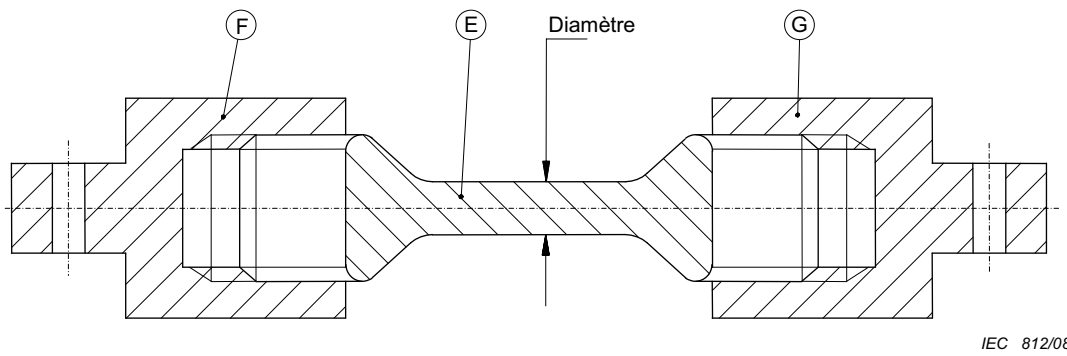


Figure B.2 – Exemple de dispositif possible 2 pour le relâchement brutal de la charge

Annexe C (informative)

Conseils sur les contraintes mécaniques non standards et les charges mécaniques dynamiques des isolateurs composites de suspension ou d'ancrage

C.1 Remarque générale

Cette annexe donne des conseils sur les conditions de service où des charges mécaniques non standard sont appliquées à l'isolateur composite de suspension ou d'ancrage. Des exemples de ces charges mécaniques non standards sont les charges de torsion, de compression et de flexion. La référence est faite, basée sur les expériences de terrain à ce jour, sur la performance mécanique des isolateurs composites soumis à des charges mécaniques dynamiques en service.

Les isolateurs composite de suspension et d'ancrage sont essentiellement conçus pour travailler sous des contraintes et charges mécaniques de traction. Cependant, dans certaines opérations et/ou applications, des charges additionnelles non standard peuvent être appliquées à l'isolateur. Autant que possible, il faut éviter de soumettre les isolateurs de suspension ou d'ancrage à ces charges non standard. Des conseils pour minimiser l'introduction de telles contraintes sont donnés dans la brochure CIGRE Composite Insulator Handling Guide [7].

C.2 Charges de torsion

Dans les opérations de montage, si un vrillage du faisceau de conducteur se produit, et si on essaie de le corriger par rotation de l'isolateur composite, alors une contrainte de torsion peut être introduite à l'isolateur composite. De plus, la probabilité d'endommagement de l'isolateur est augmentée si un isolateur d'ancrage est utilisé pour supporter un faisceau de conducteur double. Dans ces cas, l'utilisation de deux isolateurs, avec ou sans un palonnier, sera préférée. Il convient d'éviter l'introduction de contraintes de torsion autant que possible pendant le montage du conducteur. Soumettre les isolateurs à des charges de torsion excessives peut conduire à une réduction de l'intégrité mécanique de l'isolateur composite.

C.3 Charges de compression (flambage)

Des conditions spéciales se produisent dans le cas des chaînes d'isolateurs en V de ancrage où l'isolateur de suspension peut être soumis à des charges de compression (si la charge due au vent est plus grande que la masse supportée, alors l'isolateur sous le vent ne voit aucune charge et l'élément passe en compression). Des endommagements significatifs peuvent se produire comme résultat de charges de déformation critiques introduites à l'isolateur.

C.4 Charges de flexion

Les isolateurs long fût peuvent être soumis à des charges critiques de flexion pendant les opérations de montage. Il convient d'éviter, autant que possible, l'introduction de telles contraintes de flexion. Soumettre l'isolateur à des contraintes critiques de flexion peut causer une grande deflexion de l'isolateur, qui peut causer des dommages et des pertes d'intégrité mécanique de l'isolateur.

C.5 Charges mécaniques dynamiques

L'expérience en service à ce jour montre que les charges dynamiques ont peu de chances d'être d'amplitude ou de durée pour être nuisible à la performance mécanique des isolateurs composites de suspension/ancrage.

C.6 Limites

Il est difficile de donner des valeurs de limite générales pour des contraintes non-standard à cause des conceptions et des matériaux variés utilisés pour les isolateurs composite de suspension. La contrainte intrinsèque maximum pour les matériaux de noyau usuels, avant que l'endommagement ne se produise, est de l'ordre de 400 MPa en flexion et 60 MPa en torsion – où la résistance de l'assemblage des armatures d'extrémité sur le jonc joue également un rôle. Cependant, souvent les grands déplacements causés par les charges non standard peuvent provoquer des contraintes dans les matériaux du revêtement et dans leurs interfaces avec le noyau ou les armatures, pouvant mener à leur endommagement.

Par exemple, à une contrainte de 400 MPa, un isolateur de 2 m de longueur avec un noyau de 16 mm de diamètre aura une flèche de 1,8 m. Pour cette raison, il est recommandé que l'acheteur porte à l'attention du fabricant, chaque fois que cela est possible, toute charge ou déplacement non standard anticipés, pour déterminer s'ils sont critiques pour le produit. De cette façon, les charges/déplacements de travail, le besoin d'un essai, la procédure d'essai et l'essai charges/déplacements peuvent être déterminés par accord.

Bibliographie

- [1] CEI 61467, *Isolateurs pour lignes aériennes de tension nominale supérieure à 1 000 V – Essais d'arc de puissance en courant alternatif des chaînes d'isolateurs équipées*
 - [2] CIGRE 22.03, *Electra* No. 214, 2004 – *Brittle fracture of composite insulators – Field experience, occurrence and risk assessment*
 - [3] CIGRE 22.03, *Electra* No. 215, 2004 – *Brittle fractures of composite insulators – Failure mode chemistry, influence of resin variations and search for a simple insulator core evaluation test method*
 - [4] CIGRE D1.14, Technical Brochure 255 – *Material properties for non-ceramic outdoor insulation, August 2004*
 - [5] CEI Guide 111, *Electrical high-voltage equipment in high-voltage substations – Common recommendations for product standards*
(disponible en anglais seulement).
 - [6] CEI 60050-471, *Vocabulaire Internationale Electrotechnique – Partie 471: Isolateurs*
 - [7] CIGRE 22.03, Technical Brochure 184 – *Composite Insulator Handling Guide. April 2001*
 - [8] CEI 60826, *Critères de conception des lignes aériennes de transport*
-

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel: + 41 22 919 02 11
Fax: + 41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch