

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
1109**

Première édition
First edition
1992-03

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

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



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 1109: 1992

Validité de la présente publication

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

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles auprès du Bureau Central de la CEI.

Les renseignements relatifs à ces révisions, à l'établissement des éditions révisées et aux amendements peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et dans les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 50: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI), qui se présente sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande. Voir également le dictionnaire multilingue de la CEI.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit tirés du VEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera:

- la CEI 27: *Symboles littéraux à utiliser en électro-technique;*
- la CEI 417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles;*
- la CEI 617: *Symboles graphiques pour schémas;*

et pour les appareils électromédicaux,

- la CEI 878: *Symboles graphiques pour équipements électriques en pratique médicale.*

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit tirés de la CEI 27, de la CEI 417, de la CEI 617 et/ou de la CEI 878, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Publications de la CEI établies par le même comité d'études

L'attention du lecteur est attirée sur les listes figurant à la fin de cette publication, qui énumèrent les publications de la CEI préparées par le comité d'études qui a établi la présente publication.

Validity of this publication

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

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available from the IEC Central Office.

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

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
Published yearly
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC 50: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field. Full details of the IEV will be supplied on request. See also the IEC Multilingual Dictionary.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the IEV or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications:

- IEC 27: *Letter symbols to be used in electrical technology;*
- IEC 417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets;*
- IEC 617: *Graphical symbols for diagrams;*

and for medical electrical equipment,

- IEC 878: *Graphical symbols for electromedical equipment in medical practice.*

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC 27, IEC 417, IEC 617 and/or IEC 878, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

IEC publications prepared by the same technical committee

The attention of readers is drawn to the end pages of this publication which list the IEC publications issued by the technical committee which has prepared the present publication.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
1109**

Première édition
First edition
1992-03

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

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

© CEI 1992 Droits de reproduction réservés — Copyright — all rights reserved

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

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

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembé Genève, Suisse



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

W

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

AVA Documents
Document Sharing Hub

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
INTRODUCTION	6
Articles	
1 Domaine d'application et objet	10
2 Références normatives	10
3 Définitions	12
4 Classification des essais	16
5 Essai de conception	18
6 Essais de type	28
7 Essais sur prélèvements	32
8 Essais individuels	36
Figures	38
ANNEXES	
A Principe des essais de traction mécanique en fonction du temps pour les isolateurs composites	42
B Exemple de deux dispositifs possibles pour le relâchement brutal de la charge	54
C Essai de vieillissement climatique sous la tension de service	58
D Résumé des essais	62

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
INTRODUCTION	7
Clause	
1 Scope and object	11
2 Normative references	11
3 Definitions	13
4 Classification of tests	17
5 Design tests	19
6 Type tests	29
7 Sampling tests	33
8 Routine tests	37
Figures	38
ANNEXES	
A Principales of the mechanical tensile load-time tests for composite insulators	43
B Example of two possible devices for sudden release of load	55
C Ageing test under operating voltage simulating weather conditions	59
D Summary of tests	63

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

AVANT-PROPOS

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

La présente Norme internationale a été établie par le Comité d'Etudes n° 36 de la CEI: Isolateurs.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

DIS	Rapport de vote	Amendement au DIS	Rapport de vote
36(BC)71	36(BC)76	36(BC)77	36(BC)78

Les rapports de vote indiqués dans le tableau ci-dessus donnent toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

Les annexes A, B, C et D ont simplement un caractère informatif.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

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

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

This International Standard has been prepared by IEC Technical Committee No. 36: Insulators.

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

DIS	Report on Voting	Amendment to DIS	Report on Voting
36(CO)71	36(CO)76	36(CO)77	36(CO)78

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

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

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 métalliques. 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. 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.

Les essais de pollution d'après la CEI 507 ne sont pas inclus dans cette norme. Même si la tenue électrique dans les conditions de pollution décroît au cours du temps, les tensions de tenue et de contournement seront encore suffisamment élevées dans la plupart des cas pour les nécessités du service, avec une longueur de chaîne correcte. Cependant, les effets de vieillissement dû aux décharges par suite de pollution sur la surface des isolateurs composites sont couverts par un essai de longue durée (essai de cheminement et d'érosion). Mise à part la pollution, d'autres facteurs comme un fort rayonnement solaire et des inversions thermiques fréquentes avec condensation peuvent influencer le vieillissement du revêtement de l'isolateur.

Il n'a pas été jugé utile de spécifier un essai d'arc de puissance ayant force de directive. Les paramètres d'essai sont multiples et peuvent prendre des valeurs très différentes suivant la configuration du réseau et la conception des dispositifs de protection contre les arcs. De plus, les essais aux arcs de puissance réalisés sur plusieurs isolateurs composites n'ont montré aucune réduction de la résistance mécanique du noyau. Il n'y a non plus aucune modification permanente dans les propriétés des matériaux utilisés pour le revêtement. La conception des armatures métalliques doit prendre en compte les effets d'échauffement des arcs de puissance. Tout dommage possible aux armatures métalliques, résultant de l'intensité et de la durée du courant de court-circuit, peut être évité par une conception appropriée des dispositifs de protection contre les arcs. Cette norme n'exclut cependant pas la possibilité d'essais aux arcs de puissance par accord entre l'utilisateur et le fabricant. Une procédure d'essai normalisée pour les arcs de puissance est à l'étude au sein du Sous-Comité 36 B: Isolateurs pour lignes aériennes.

Quelques types d'armatures métalliques sont sujettes à un certain glissement entre les parties métalliques et le noyau quand elles sont soumises à une charge de traction. Un essai approprié pour contrôler le glissement et ses conséquences possibles, comme craquelures ou séparations entre l'armature métallique et le revêtement, est à l'étude.

Un essai d'inflammabilité convenable n'est pas encore arrivé au stade de spécification et on ne peut donc pas s'y référer dans cette norme.

Le mécanisme de la rupture fragile, observé jusqu'à présent sur un nombre limité d'isolateurs de conception particulière, fait encore l'objet de recherches par la CIGRÉ*, de sorte que, dans l'état actuel des choses aucune procédure d'essai ne peut être spécifiée.

* Conférence Internationale des Grands Réseaux Electriques à Haute Tension.

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 metal 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. 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.

The pollution tests, according to IEC 507, are not included in this Standard as being generally not applicable. Even if the electric strength under pollution conditions decreases during the life-time, the withstand and flashover voltages will still be, in most cases, high enough for service operation at the correct string length. However, the ageing effects of pollution discharges on the surface of the composite insulator have been covered by a long duration test (tracking and erosion test). Besides pollution, other factors such as intense solar radiation and frequent temperature inversions with condensation can influence the ageing of the housing of the insulator.

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 design of arc-protection devices. Moreover, power arc tests on several composite insulators have shown no reduction of the mechanical strength of the core. Also, there is no permanent change in the properties of the housing materials used. In the design of metal fittings the heating effect of power arcs should be considered. Any possible damage to the metal fittings, resulting from the magnitude and duration of the short circuit-current should 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. A standard power arc test procedure is at present being considered by Sub-Committee 36 B: Insulators for overhead lines.

Some types of metal fittings are prone to reveal a certain slip between the metal part and the core when submitted to a tensile load. A suitable test to control the slip and its possible effects such as cracks or separation between the metal fitting and the housing is still under study.

A suitable flammability test has not yet reached specification stage and cannot, therefore, be considered in this standard.

The mechanism of brittle fracture, experienced so far on a limited number of insulators of particular design, is still under investigation by the CIGRÉ*, so that no test procedure can be specified at the present stage.

* International Conference on Large High Voltage Electric Systems.

La présente norme n'inclut pas d'essais de perturbations radioélectriques. A titre d'information on peut se référer à la CEI 437.

Dans certains cas – pollution ou effet couronne – des dispositifs de réduction du gradient de champ peuvent être envisagés pour les isolateurs composites.

Des essais de tenue à la torsion pour des isolateurs dont les assemblages ne permettent pas une rotation totale libre ne font pas encore partie de la présente norme.

Un essai sur prélèvement d'interface (par exemple un essai sous onde de choc à front raide) a été envisagé. Aucun essai fiable n'a pu être trouvé jusqu'à présent.

Les problèmes mentionnés ci-dessus font l'objet d'études ultérieures par le Comité d'Etudes N° 36: Isolateurs.

Les principes qui sont à la base des essais de traction mécanique en fonction du temps pour les isolateurs composites sont présentés dans l'annexe A.

Withdrawn

This standard does not include radio interference tests. For information only, reference may be made to IEC 437.

In some cases – pollution or corona – field grading devices may have to be considered for composite insulators.

Torsion withstand tests for insulators whose couplings do not give total rotational freedom are not yet included in this standard.

The possibility of an interface test as a sampling test (for instance a steep front impulse test) has been considered. A reliable test has not been found so far.

The above mentioned problems are the object of further consideration by Technical Committee No. 36: Insulators.

Principles of mechanical tensile load-time tests for selection of composite insulators are presented in annex A.

Withdrawn

ISOLATEURS COMPOSITES DESTINÉS AUX LIGNES AÉRIENNES A 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 est applicable aux isolateurs composites utilisés pour la suspension ou l'ancrage des lignes, mais il faut noter que ces isolateurs peuvent parfois être sollicités en compression ou en flexion, comme par exemple les écarteurs de phases. Les isolateurs composites conçus pour des efforts de flexion, comme par exemple les isolateurs rigides à socle, ne font pas partie du domaine d'application de cette norme.

La présente norme traite des isolateurs composites incluant un «noyau» et un «revêtement». Le noyau est habituellement composé de fibres de verre imprégnées de résine. Le revêtement peut être fabriqué à partir de matériaux variés, y compris des élastomères (par exemple: silicone, éthylène-propylène), des résines (par exemple: époxy cyclo-aliphatique) ou des fluoro-carbones (par exemple: polytétrafluoréthylène).

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 contient pas de prescriptions relatives au choix des isolateurs en fonction des conditions spécifiques de service.

2 Références normatives

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des normes indiquées ci-après. Les membres de la CEI et de L'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

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

CEI 120: 1984, *Dimensions des assemblages à rotule et logement de rotule des éléments de chaînes d'isolateurs.*

CEI 383: 1983, *Essais des isolateurs en matière céramique ou en verre destinés aux lignes aériennes de tension nominale supérieure à 1 000 V.*

CEI 437: 1973, *Essai de perturbations radioélectriques des isolateurs pour haute tension.*

CEI 507: 1991, *Essais sous pollution artificielle des isolateurs pour haute tension destinés aux réseaux à courant alternatif.*

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

1 Scope and object

This International Standard is applicable to composite insulators for use as suspension/tension line insulators, but it is to be noted that these insulators can occasionally be subjected to compression or bending, for example when used as phase-spacers. Composite insulators designed primarily to resist bending loads, e.g. line post insulators, are not included in the scope of this Standard.

This standard deals with those composite insulators which include a "core" and a "housing". The core is usually made of resin-impregnated glass fibres. The housing can be manufactured from a variety of materials including elastomers (e.g. silicone, ethylene-propylene); resins (e.g. cycloaliphatic epoxy); or fluorocarbons (e.g. polytetrafluoroethylene).

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 standards contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this International Standard. At the time of publication, the editions indicated were valid. All standards are subject to revision, and parties to agreements based on this International Standard are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the standards listed below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

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

IEC 120: 1984, *Dimensions of ball and socket couplings of string insulator units*.

IEC 383: 1983, *Test on insulators of ceramic material or glass for overhead lines with a nominal voltage greater than 1 000 V*.

IEC 437: 1973, *Radio interference test on high-voltage insulators*.

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

CEI 815: 1986, *Guide pour le choix des isolateurs sous pollution*.

3 Définitions

Les définitions ci-après sont applicables pour la présente Norme internationale:

3.1 isolateur composite: Un isolateur composite est fait d'au moins deux parties isolantes, à savoir un noyau et son revêtement extérieur équipé d'armatures métalliques. Par exemple, les isolateurs composites peuvent être constitués de jupes individuelles fixées sur le noyau, avec ou sans gaine intermédiaire; ou bien, le revêtement peut être directement moulé ou coulé en une seule ou en plusieurs pièces sur le noyau.

3.2 noyau d'un isolateur composite: Le noyau est la partie isolante interne d'un isolateur composite; il est étudié pour assurer les caractéristiques de résistance mécanique. Il est normalement constitué de fibres de verre disposées dans une matrice à base de résine, de façon à obtenir la tenue maximale à la traction.

3.3 diamètre du noyau: Le diamètre du noyau est soit:

- le diamètre géométrique d'un noyau de section circulaire, soit,
- $2\sqrt{(A/\pi)}$ pour un noyau de section non circulaire d'aire A.

3.4 revêtement et jupes d'un isolateur composite: Le revêtement est la partie extérieure isolante de l'isolateur qui assure la ligne de fuite nécessaire et protège le noyau des intempéries. Une gaine intermédiaire réalisée en un matériel isolant fait partie du revêtement. Une jupe est une partie du revêtement en projection qui a pour but d'augmenter la ligne de fuite. Les jupes peuvent comporter ou non des nervures.

3.5 interfaces d'un isolateur composite: Une interface est la surface de contact entre les divers matériaux et parties de l'isolateur composite. Il y a plusieurs interfaces dans les isolateurs composites, par exemple:

- entre fibres de verre et résine d'imprégnation,
- entre particules de charge et polymère,
- entre noyau et revêtement,
- entre les diverses parties du revêtement; entre jupes; ou entre gaines et jupes,
- entre revêtement, noyau et armatures métalliques.

3.6 armatures métalliques d'un isolateur composite: Une armature métallique est un dispositif faisant partie d'un isolateur composite, qui sert à fixer celui-ci à une charpente, à un conducteur, à une partie d'un équipement ou à un autre isolateur.

3.7 zone de connexion: Zone où la charge mécanique est transmise entre le noyau et l'armature métallique.

IEC 815: 1986, *Guide for the selection of insulators in respect of polluted conditions.*

3 Definitions

For the purpose of this International Standard, the following definitions apply:

3.1 composite insulator: A composite insulator is one made of at least two insulating parts, namely a core and a housing equipped with metal fittings. 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.

3.2 core of a composite insulator: The core is the internal insulating part of a composite insulator and is designed to ensure the mechanical characteristics. The core usually consists of glass fibres which are positioned in a resin-based matrix in such a manner as to achieve maximum tensile strength.

3.3 core diameter: The core diameter is either;

- the geometric diameter of a core of circular section, or,
- $2 \sqrt{(A/\pi)}$ for a core with non-circular cross section of area A.

3.4 housing and sheds of a composite insulator: The housing is the external insulating part of an insulator which provides the necessary creepage distance and protects the core from the weather. An intermediate sheath made of insulating material is a part of the housing. A shed is a projecting part of the housing intended to increase the creepage distance. The sheds can be with or without ribs.

3.5 interfaces of a composite insulator: An interface is the surface between the different materials or parts of the composite insulator. Various interfaces occur in most composite insulators, e.g.:

- between glass fibres and impregnating resin;
- between filler particles and polymer;
- between core and housing;
- between various parts of the housing; between sheds, or between sheath and sheds;
- between housing, core and metal fittings.

3.6 metal fitting of a composite insulator: The metal fitting is a device forming part of a composite insulator, intended to connect it to a supporting structure, or to a conductor, or to an item of equipment, or to another insulator.

3.7 connection zone: Zone where the mechanical load is transmitted between the rod and the metal fitting.

3.8 couplage: Le couplage est la partie de l'armature métallique qui transmet la charge aux accessoires externes à l'isolateur.

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

3.10 arborescence: L'arborescence est la dégradation irréversible, consistant en la formation de micro canaux à l'intérieur du matériau, lesquels peuvent être conducteurs ou non conducteurs. Ces micro-canaux peuvent s'étendre progressivement en profondeur dans le matériau jusqu'à perforation électrique de celui-ci.

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

NOTE - Après des amorçages partiels, il peut se produire sur les isolateurs composites des traces superficielles, en général arborescentes, comme sur les isolateurs en porcelaine. Tant qu'elles ne sont pas conductrices, ces traces ne sont pas préjudiciables. Quand elles sont conductrices, elles se classent dans le phénomène «cheminement».

3.12 farinage: Le farinage est l'apparition de particules de charge du matériel de revêtement, qui forment une surface rugueuse ou poudreuse.

3.13 faïençage: Le faïençage est fait de microfractures superficielles, profondes de 0,01 mm à 0,1 mm.

3.14 craquelure: Une craquelure est toute fracture superficielle de profondeur supérieure à 0,1 mm.

3.15 phénomènes d'hydrolyse: Des phénomènes d'hydrolyse, dus à la pénétration de l'eau à l'état liquide ou sous forme de vapeur, peuvent avoir lieu dans les matériaux d'un isolateur composite, ce qui peut conduire à une dégradation électrique et/ou mécanique.

3.16 charge mécanique spécifiée (CMS): La CMS est la charge, spécifiée par le fabricant, qui est utilisée pour les essais mécaniques dans cette norme. Cette charge constitue la base pour le choix des isolateurs selon l'annexe A.

3.17 charge mécanique individuelle (CMI): La CMI est la charge appliquée à tous les isolateurs assemblés, au cours d'un essai mécanique individuel (voir 8.3).

3.8 **coupling**: The coupling is the part of the metal fitting which transmits the load to the accessories external to the composite insulator.

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

3.10 **treeing**: Treeing is an irreversible degradation consisting of the formation of microchannels within the material which can be conducting or non-conducting. These micro-channels can progressively extend through the bulk of the material until electrical failure occurs.

3.11 **erosion**: Erosion is an irreversible and non-conducting degradation of the surface of the insulator that occurs by loss of material. This can be uniform, localised or tree-shaped.

NOTE - Shallow surface traces, commonly tree-shaped can occur on composite insulators, as on ceramic insulators, after partial flashover. These traces are unobjectionable as long as they are non-conductive. When they are conductive they are classed as tracking.

3.12 **chalking (flouring)**: Chalking is the appearance of some particles of the filler of the housing material forming a rough or powdery surface.

3.13 **crazing**: Crazing is made of surface micro-fractures of depths approximately 0,01 mm to 0,1 mm.

3.14 **crack**: Any surface fracture of depths greater than 0,1 mm.

3.15 **hydrolysis phenomena**: Hydrolysis phenomena, due to water penetration in liquid form or as water vapour, can take place in the materials of the composite insulator which can lead to electrical and/or mechanical degradation.

3.16 **specified mechanical load (SML)**: The *SML* is the load specified by the manufacturer which is used for mechanical tests in this standard. It forms the basis of the selection of composite insulators according to annex A.

3.17 **routine test load (RTL)**: The *RTL* is the load applied to all assembled composite insulators during a routine mechanical test (see 8.3).

4 Classification des essais

4.1 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). Lorsqu'un isolateur composite est soumis aux essais de conception, les résultats seront considérés comme valables pour la classe entière d'isolateurs qui sont représentés par celui qui a été essayé et qui a les caractéristiques suivantes:

- mêmes matériaux pour le noyau et pour les jupes; même méthode de fabrication;
- même matériau pour les armatures métalliques, même conception, même méthode d'attache;
- * au moins la même épaisseur du matériau des jupes sur le noyau (y compris la gaine s'il y en a une);
- au plus le même rapport de la tension la plus élevée du réseau à la longueur d'isolement;
- * au plus le même rapport de toutes les charges mécaniques au plus petit diamètre du noyau entre les armatures métalliques;
- * au moins le même diamètre du noyau.

Les isolateurs essayés doivent être identifiés par un plan donnant toutes les dimensions, avec les tolérances de fabrication. Par la suite, s'il y a de petites variations, ne dépassant pas 15 %, des valeurs initiales, pour les caractéristiques marquées d'un *, les essais de conception ne doivent pas être refaits.

4.2 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. Les essais de type seront appliqués aux isolateurs dont la classe a satisfait aux essais de conception. Les essais de type ne sont refaits que lorsque le type ou le matériel de l'isolateur est changé (voir l'article 6).

4.3 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 oeuvre. Ils sont faits sur des isolateurs pris au hasard dans les lots présentés pour réception.

4.4 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.

4 Classification of tests

4.1 Design tests

The design tests are intended to verify the suitability of the design, materials and method of manufacture (technology). When a composite insulator is submitted to the design tests, the results shall be considered valid for the whole class of insulators which are represented by the one tested and having the following characteristics:

- same materials for the core, and sheds and same manufacturing method;
- same material of the fittings, the same design, and the same method of attachment;
- * same or greater layer thickness of the shed material over the core (including a sheath where used);
- same or smaller ratio of the highest system voltage to insulation length;
- * same or smaller ratio of all mechanical loads to the smallest core diameter between fittings;
- * same or greater diameter of the core.

The tested composite insulators shall be identified by a drawing giving all the dimensions with the manufacturing tolerances. Subsequently, if there are small variations in the design data of not more than 15 % for characteristics marked with *, the design tests shall not be repeated.

4.2 Type tests

The type tests are intended to verify the main characteristics of a composite insulator, which depend mainly on its shape and size. Type tests shall be applied to composite insulators, the class of which has passed the design tests. They shall be repeated only when the type or material of the composite insulator is changed (see Clause 6).

4.3 Sampling tests

The sampling 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.

4.4 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.

5 Essais de conception

Les essais de conception se décomposent en quatre parties décrites en 5.1, 5.2, 5.3 et 5.4. 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 certaine conception ne sera considéré comme qualifié que lorsque tous les isolateurs ou spécimens d'essai auront satisfait, dans la séquence prévue, aux essais de conception définis en 5.1, 5.2, 5.3 et 5.4.

Un résumé des essais est donné à l'annexe D.

5.1 Essais des interfaces et connexions des armatures métalliques

5.1.1 Spécimens d'essai et essais préliminaires

Trois isolateurs assemblés sur la chaîne de production seront essayés. La longueur d'isolement (espacement entre pièces métalliques) sera d'au moins 800 mm. Les deux armatures métalliques seront les mêmes que sur les isolateurs standard de production. Les armatures métalliques seront assemblées de telle sorte que la partie isolante entre les armatures et l'aillette la plus proche soit égale à celle de l'isolateur de la chaîne de production. Les isolateurs seront examinés visuellement et on contrôlera que leurs dimensions sont conformes aux plans. Ils seront ensuite soumis à la charge mécanique individuelle suivant le 8.3.

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.

5.1.2 Essai sous tension à fréquence industrielle à sec

Cet essai est effectué comme base pour évaluer les résultats de l'essai de 5.1.4.3.

Sur les trois spécimens, la tension de contournement à sec à fréquence industrielle sera déterminée en faisant la moyenne de cinq tensions de contournement pour chaque spécimen. La valeur moyenne de la tension de contournement sera ramenée aux conditions atmosphériques normales telles qu'elles sont mentionnées dans la CEI 60-1. La tension de contournement sera obtenue en augmentant linéairement la tension depuis zéro, en moins de 1 min.

5.1.3 Précontrainte

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

5.1.3.1 Essai de 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.

NOTES

- 1 L'annexe B décrit deux exemples de dispositifs possibles pour la suppression brutale de la charge.
- 2 Dans certains cas d'application, on peut, d'un commun accord, choisir une température plus basse.

5 Design tests

These tests consist of four parts as described in 5.1, 5.2, 5.3 and 5.4. 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 will be qualified only when all insulators or test specimens pass the design tests, in the given sequence defined within the 5.1, 5.2, 5.3 and 5.4.

A summary of these tests is given in annex D.

5.1 Tests on interfaces and connections of metal fittings

5.1.1 Test specimens and preliminary tests

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 metal fittings shall be the same as on standard production insulators. The metal 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. The insulators shall be examined visually and it shall be checked that the dimensions conform with the drawing. They shall then be subjected to the mechanical routine test according to 8.3.

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.

5.1.2 Dry power frequency voltage test

This test is performed as a base to evaluate the results of the test in 5.1.4.3.

On the three specimens the dry power frequency flashover voltage shall be determined by averaging five flashover voltages on each specimen. The average flashover voltage shall be corrected to normal standard atmospheric conditions as mentioned in IEC 60-1. The flashover voltage shall be obtained by increasing the voltage linearly from zero within 1 min.

5.1.3 Prestressing

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

5.1.3.1 Sudden load release test

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*.

NOTES

- 1 Annex B describes two examples of possible devices for sudden load release.
- 2 In certain cases of application a lower temperature may be selected by agreement.

5.1.3.2 Essai thermomécanique

Les spécimens sont soumis aux variations de température sous charge mécanique permanente telles qu'elles sont décrites en figure 1, le cycle thermique de 24 h étant répété quatre fois. Chaque cycle de 24 h a deux niveaux de température d'une durée d'au moins 8 h, l'un à $+50\text{ °C} \pm 5\text{ K}$, l'autre à $-35\text{ °C} \pm 5\text{ K}$. Les essais peuvent être effectués dans l'air ou dans un autre milieu adéquat.

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.

L'essai peut être interrompu pour entretien, pendant une durée totale de 4 h, et repris après cette interruption, le cycle restant valide.

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 sera mesurée avec une précision de 0,5 mm. Cette longueur sera considérée comme la longueur de référence.

Après l'essai, la longueur sera de nouveau 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).

5.1.3.3 Essai de pénétration d'eau

Les spécimens d'essai doivent être maintenus immergés dans un récipient, dans de l'eau déionisée, bouillante, additionnée de 0,1 % en poids de NaCl, pendant 42 h.

A la fin de l'ébullition, les spécimens doivent rester dans le récipient jusqu'à ce que l'eau se refroidisse jusqu'à environ 50 °C, puis seront maintenus dans le récipient à cette température jusqu'au début des essais de vérification, dans la séquence ci-dessous.

5.1.4 Essais de vérification

L'intervalle de temps entre les essais individuels suivants (5.1.4.1, 5.1.4.2 et 5.1.4.3) doit être tel que les essais de vérification soient terminés dans les 48 h.

5.1.4.1 Examen visuel

Le revêtement de chaque spécimen est inspecté visuellement. Aucune craquelure n'est admise.

5.1.4.2 Essai sous onde de choc à front raide

Les spécimens d'essai sont munis d'électrodes à arêtes vives (consistant, par exemple en bandes découpées dans un ruban de cuivre large de 20 mm environ et épais de moins de 1 mm). Ces électrodes sont fixées solidement au revêtement entre les jupes, de façon à former des sections d'environ 500 mm ou moins entre les armatures métalliques. Dans le cas d'une longueur d'isolement inférieure ou égale à 500 mm, la tension sera appliquée aux armatures métalliques d'origine.

5.1.3.2 Thermal-mechanical test

The specimens are submitted to the thermal variations under a continuous mechanical load as described in figure 1, the 24 h thermal cycle being repeated four times. Each 24 h cycle has two temperature levels with a duration of at least 8 h, one at $+50\text{ °C} \pm 5\text{ K}$, the other at $-35\text{ °C} \pm 5\text{ K}$. The tests 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.

The test may be interrupted for maintenance for a total duration of 4 h and restarted after interruption, the cycle remaining valid.

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

After the test the length will 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).

5.1.3.3 Water immersion test

The specimens shall be kept immersed in a vessel, in boiling deionized water with 0,1 % by weight of NaCl, for 42 h.

At the end of boiling, the specimens shall remain in the vessel until the water cools to approximately 50 °C and maintained at this temperature in the vessel until verification tests start in the following sequence.

5.1.4 Verification tests

The time interval between the following individual tests (5.1.4.1, 5.1.4.2, and 5.1.4.3) shall be such that the verification tests are completed within 48 h.

5.1.4.1 Visual examination

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

5.1.4.2 Steep-front impulse voltage test

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

Une onde de choc, à raideur de front d'au moins 1 000 kV/μs, est appliquée respectivement à deux électrodes voisines ou entre une armature métallique et l'électrode voisine. Chaque section est soumise à 25 chocs de polarité positive et 25 de polarité négative.

Chaque onde de choc ne devra causer qu'un contournement externe de l'intervalle essayé entre les électrodes. Aucune perforation ne doit se produire. Les électrodes formant les sections seront enlevées.

5.1.4.3 Essai sous tension à fréquence industrielle à sec

Les tensions de contournement à fréquence industrielle à sec seront déterminées une fois de plus pour chaque spécimen, suivant la méthode donnée en 5.1.2.

La valeur moyenne des tensions de contournement ne devra pas être inférieure à 90 % des valeurs déterminées en 5.1.2. pour chaque spécimen.

Chaque spécimen doit être soumis individuellement pendant 30 min à 80 % de sa tension moyenne de contournement, comme déterminé en 5.1.2.

Aucune perforation ne doit se produire et l'élévation de température du corps du spécimen, mesurée immédiatement après l'essai, ne doit pas dépasser 20 K.

5.2 Essais charge-temps du noyau assemblé

5.2.1 Spécimens d'essai

Six isolateurs assemblés sur la chaîne de production seront essayés. La longueur d'isolement (espacement de métal à métal) ne sera pas inférieure à 800 mm. Les deux armatures métalliques seront les mêmes que sur les isolateurs de la chaîne de production, au moins jusqu'aux extrémités du noyau, mais au-delà de l'extrémité du noyau, elles peuvent être modifiées, de façon à éviter une rupture des couplages.

Les six isolateurs seront 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.

5.2.2 Essai sous charge mécanique

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

5.2.2.1 Détermination de la charge de rupture moyenne du noyau de l'isolateur assemblé

Trois des spécimens seront 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. Tout essai conduisant finalement à une rupture du couplage sera ignoré. La moyenne des trois charges de rupture sera calculée.