

**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

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.

Withdrawing
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61109:1992

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.

Withdawn
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61109:1992

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.

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

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

5.1.4.3 *Dry power frequency voltage test*

The dry power frequency flashover voltages shall be determined once more for each specimen using the procedure given in 5.1.2.

The average value of the flashover voltages shall not be smaller than 90 % of the values determined in 5.1.2 for each specimen.

Every test specimen shall be individually subjected for 30 min to 80 % of its average flashover voltage as determined in 5.1.2.

No puncture shall occur and the temperature rise of the shank measured immediately after the test shall be not more than 20 K.

5.2 *Assembled core load-time test*

5.2.1 *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 metal fittings shall be the same as used on production line insulators at least up to the ends of the core, but beyond the end of the core they may be modified in order to avoid failure of the couplings.

The six insulators shall be examined visually and a check made that the 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.

5.2.2 *Mechanical load test*

This test is performed in two parts at ambient temperature.

5.2.2.1 *Determination of the average failing load of the core of the assembled insulator*

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. Any test leading eventually to a failure of the couplings shall be ignored. The average of the three failing loads shall be calculated.

5.2.2.2 *Contrôle de la pente de la courbe charge-temps*

Les trois spécimens restants seront soumis à une charge de traction. Cette traction doit être augmentée rapidement, mais sans à-coup, de zéro jusqu'à 60 % de la charge de rupture moyenne, telle que calculée en 5.2.2.1, et ensuite maintenue à cette valeur pendant 96 h sans qu'il y ait défaillance (par rupture ou arrachement complet).

5.3 *Essai du revêtement: essai de cheminement et d'érosion*

5.3.1 *Spécimens d'essai*

Deux isolateurs de ligne de fuite comprise entre 484 mm et 693 mm sont pris dans la chaîne de production. Si de tels isolateurs ne peuvent pas être pris dans la chaîne de production on découpe dans un isolateur un échantillon d'essai de longueur telle que la ligne de fuite soit comprise entre les valeurs données. L'échantillon sera alors pourvu d'armatures métalliques de production standard pour cet essai.

5.3.2 *Méthode d'essai*

Il s'agit d'un essai continu au brouillard salin, de durée fixée, à une tension à fréquence industrielle maintenue constante, entre 14 kV et 20 kV. La tension d'essai en kilovolts est déterminée en divisant la ligne de fuite en millimètres par 34,6 (égale à une ligne de fuite spécifique de 20 mm/kV). L'essai est effectué dans une enceinte étanche et à l'épreuve de la corrosion, dont le volume n'excède pas 10 m³. Une ouverture ne dépassant pas 80 cm sera prévue pour la ventilation naturelle. Comme atomiseur d'eau, on utilisera un gicleur à turbine ou humidificateur à capacité de nébulisation constante.

Le brouillard remplira la salle et ne sera pas vaporisé directement sur l'échantillon essayé. L'eau salée fournie au gicleur sera préparée avec du NaCl et de l'eau déionisée. Le transformateur, qui fournira la tension d'essai à fréquence industrielle, ne devra pas subir une chute de tension supérieure à 5 % lorsque le circuit d'essai sera chargé de façon qu'un courant résistif de 250 mA (valeur efficace) parcoure le côté haute tension.

Le niveau de protection sera fixé à 1 A (valeur efficace). Les spécimens d'essai seront lavés à l'eau déionisée avant de commencer l'essai.

L'un des spécimens sera essayé monté horizontalement (à peu près à la moitié de la hauteur de l'enceinte) et l'autre monté verticalement. Il y aura au moins un espacement de 200 mm entre le plafond de l'enceinte et les spécimens essayés, et un espacement de 100 mm avec les murs.

5.3.3 *Conditions d'essai*

Durée de l'essai	1 000 h
Débit de l'eau	$(0,4 \pm 0,1) \text{ l}/(\text{m}^3 \times \text{h})$
Taille des gouttelettes	5 µm à 10 µm
Température	20 °C ± 5 K
Teneur de l'eau en NaCl	$(10 \pm 0,5) \text{ kg}/\text{m}^3$

Le débit de l'eau est défini en litres par heure et par mètre cube du volume de la salle. Il n'est pas permis de recycler l'eau.

NOTE - Plusieurs interruptions de l'essai sont admissibles aux fins d'inspection, chacune d'entre elles ne dépassant pas 15 min. Les périodes d'interruption ne seront pas comptées dans la durée de l'essai.

5.2.2.2 Control of the slope of the strength-time curve of the insulator

The remaining three specimens shall be subjected to a tensile load. The tensile load shall be increased rapidly but smoothly from zero up to 60 % of the average failing load, as calculated in 5.2.2.1 and then maintained at this value for 96 h without failure (breakage or complete pull out).

5.3 Test of housing: tracking and erosion test

5.3.1 Test specimens

Two test insulators with a creepage distance between 484 mm and 693 mm shall be taken from the production line. If such insulators cannot be taken from the production line, special test specimens shall be cut from other insulators so that the creepage distance falls between the given values. These special test specimens shall be fitted with standard production metal fittings.

5.3.2 Test procedure

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

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

The protection level shall be set at 1 A (r.m.s.). The test specimens shall be cleaned with deionized water before starting the test.

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

5.3.3 Test conditions

Duration of the test	1 000 h
Water flow rate	(0,4 ± 0,1) l/(m ³ × h)
Size of droplets	5 µm to 10 µm
Temperature	20 °C ± 5 K
NaCl content of water	(10 ± 0,5) kg/m ³

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

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

Pour des conditions d'environnement sévères (fort rayonnement solaire, inversions thermiques fréquentes avec condensation, pollution lourde ou très lourde comme définis dans la CEI 815), deux variantes d'essai peuvent être adoptées, par accord entre le fabricant et l'utilisateur:

- un essai comme indiqué dans ce paragraphe avec une durée de 5 000 h au lieu de 1 000 h;
- un essai tel que celui indiqué en annexe C, qui consiste en l'application de manière cyclique de contraintes variées simulant les conditions météorologiques en plus de la tension la plus élevée du réseau.

5.3.4 Sanction de l'essai

L'essai est considéré comme passé avec succès s'il n'y a pas plus de trois déclenchements par surintensité pour chaque échantillon essayé, s'il n'y a pas de cheminement, si l'érosion n'atteint pas le noyau en fibre de verre et si aucune jupe n'est perforée. Le noyau ne doit pas être visible.

Actuellement, il n'est pas possible d'indiquer des critères sûrs quantifiant le nombre admissible de craquelures par érosion. Il faudra davantage de résultats d'essais, à mettre en corrélation avec le comportement en service.

5.4 Essais des matériaux du noyau

Pour contrôler la résistance du noyau à la pénétration de l'eau, les essais suivants sont effectués.

5.4.1 Essai de pénétration de colorant

5.4.1.1 Spécimens d'essai

Dix échantillons sont découpés dans un isolateur venant de la chaîne de production, en effectuant la coupe à 90° de l'axe du noyau avec une scie circulaire diamantée, sous eau courante froide. La longueur des échantillons doit être de 10 mm $\pm$ 0,5 mm. Les surfaces de coupe seront poncées au moyen d'un tissu abrasif fin (taille des grains 180). Les extrémités de coupe doivent être propres et parallèles.

5.4.1.2 Déroulement de l'essai

Les spécimens sont placés (verticalement dans le sens des fibres) sur une couche de billes de verre ou d'acier toutes de même diamètre (1 mm à 2 mm), dans un récipient en verre. Un colorant, une solution alcoolique à 1 % de fuchsine (1 g de fuchsine dans 100 g d'éthanol), est versé dans le récipient, son niveau étant à 2 mm ou 3 mm au-dessus du niveau des billes. Le colorant peut monter dans le noyau par capillarité. On mesurera le temps mis par le colorant pour atteindre le haut des spécimens.

5.4.1.3 Sanction de l'essai

Le temps mis par le colorant pour monter jusqu'en haut des spécimens doit être supérieur à 15 min.

For severe environmental conditions (intense solar radiation, frequent temperature inversions with condensation, heavy or very heavy pollution as defined by IEC 815), two alternative tests may be adopted by agreement between user and manufacturer:

- a test such as the one indicated in this subclause with a duration of 5 000 h instead of 1 000 h;
- a test, like the one indicated in annex C, that consists of applying in a cyclic manner various stresses simulating weather conditions in addition to the highest system voltage.

5.3.4 *Evaluation of the test*

The test is regarded as passed if no more than three overcurrent trip-outs occur for each specimen tested, if no tracking occurs, if erosion does not reach the glass-fibre core and if no sheds are punctured. The core shall not be visible.

At present, it is not possible to indicate reliable criteria quantifying the permissible number of erosion cracks. Further experience with this test will have to be correlated with service performance.

5.4 *Tests for the core material*

To check the performance of core material against water penetration the following tests shall be carried out.

5.4.1 *Dye penetration test*

5.4.1.1 *Test specimens*

Ten samples shall be cut from a production line insulator making the cut at 90° to the axis of the core with a diamond-coated circular saw blade under running cold water. The length of the samples shall be 10 mm ± 0.5 mm. The cut surfaces shall be smoothed by means of fine abrasive cloth (grain size 180). The cut ends shall be clean and parallel.

5.4.1.2 *Performance of the test*

The specimens are placed (fibres vertical) on a layer of steel or glass balls of same diameter (1 mm to 2 mm) in a glass vessel. A dye, 1 % alcohol solution of fuchsin (1 g fuchsin in 100 g ethanol), is poured into the vessel, its level being 2 mm or 3 mm higher than the level of the balls. The dye can rise by capillarity through the core. The time taken for the dye to rise through the specimens shall be measured.

5.4.1.3 *Acceptance criterion*

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

5.4.2 Essai de pénétration d'eau

5.4.2.1 Spécimens d'essai

Six échantillons sont découpés dans un isolateur venant de la chaîne de production, en effectuant la coupe à 90° de l'axe du noyau, avec une scie circulaire diamantée sous eau courante froide. La longueur des spécimens doit être de 30 mm $\pm$ 0,5 mm. Les surfaces de coupe seront poncées au moyen d'un tissu abrasif fin (taille des grains 180). Les extrémités de coupe doivent être propres et parallèles.

5.4.2.2 Préconditionnement

Les surfaces des spécimens sont nettoyées à l'alcool isopropylique et au papier-filtre immédiatement avant l'ébullition. Les spécimens sont mis à bouillir pendant 100 h $\pm$ 0,5 h dans une cuve de verre remplie d'eau déionisée, additionnée de 0,1 % en poids de NaCl.

On ne fera bouillir ensemble que des spécimens d'un même matériau constituant le noyau. Un exemple de cuve à ébullition est donné à la figure 2.

Après cette ébullition, les spécimens sont enlevés et placés dans une autre cuve de verre, remplie d'eau du robinet à température ambiante, pendant au moins 15 min. L'essai sous tension décrit en 5.4.2.3 doit être effectué dans les 3 h après que les spécimens ont été retirés de la cuve d'eau bouillante.

5.4.2.3 Essai sous tension

L'essai de tension électrique est effectué avec le dispositif indiqué en figures 3 et 4.

Immédiatement avant cet essai, les spécimens sont retirés de la cuve de verre et leurs surfaces sont séchées avec du papier-filtre.

Chaque spécimen est ensuite placé entre les électrodes. La tension est augmentée d'environ 1 kV par seconde, jusqu'à 12 kV. A 12 kV, la tension est maintenue constante pendant 1 min, puis on la fait décroître.

Pendant l'essai, il ne doit se produire aucune perforation ni aucun contournement superficiel. Pendant toute la durée de l'essai, l'intensité du courant ne doit pas dépasser 1 mA (valeur efficace).

6 Essais de type

Un type d'isolateur est défini électriquement par la distance d'amorçage, la ligne de fuite, l'inclinaison des jupes, leur diamètre et leur espacement. Les essais électriques de type seront effectués une seule fois, sur des isolateurs satisfaisant aux critères ci-dessus, pour chaque type, et ils seront effectués avec les dispositifs de garde s'ils font partie intégrante du type d'isolateur.

Les essais de type électrique ne sont refaits que lorsqu'une ou plusieurs des caractéristiques ci-dessus sont changées.

Un type d'isolateur est défini mécaniquement par le diamètre du noyau et par la méthode d'attache des armatures métalliques. Les essais mécaniques de type seront effectués une seule fois, sur des isolateurs satisfaisant aux critères mécaniques ci-dessus, pour chaque type. Les essais mécaniques de type ne sont refaits que lorsqu'une des caractéristiques mentionnées ci-dessus ou les deux sont changées.

5.4.2 *Water diffusion test*

5.4.2.1 *Test specimens*

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

5.4.2.2 *Prestressing*

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

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

After boiling, the specimens shall be removed from the glass container and placed in another glass container filled with tap-water at ambient temperature for at least 15 min. The voltage test, described in 5.4.2.3, shall be carried out within the next 3 h after the removal of the specimens from the boiling container.

5.4.2.3 *Voltage test*

The voltage test shall be carried out with the assembly shown in figures 3 and 4.

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

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

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

6 *Type tests*

One 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 above criteria for one type and shall be performed with arcing devices, if they are an integral part of the insulator type.

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

One insulator type is mechanically defined by the core diameter and the method of attachment of the metal fittings. The mechanical type tests shall be performed only once on insulators satisfying the above criteria for each type. The mechanical type tests shall be repeated only when one or both of the above characteristics is changed.

Sauf accord contraire, les tolérances

- $\pm (0,04 d + 1,5)$ mm pour $d \leq 300$ mm
- $\pm (0,025 d + 6)$ mm pour $d > 300$ mm, avec un maximum de 50 mm

sont admises sur toutes les dimensions pour lesquelles aucune tolérance spéciale n'est demandée (d étant les dimensions exprimées en millimètres).

Un résumé de ces essais est donné à l'annexe D.

6.1 Essai de tenue aux chocs de foudre à sec

Conformément aux articles et paragraphes 7, 9, 10, 14, 15.1, 15.2, 17, 18.1.2, 18.2, 19 et 20 de la CEI 383.

6.2 Essai à fréquence industrielle sous pluie

Conformément aux articles et paragraphes 7, 9, 12, 13, 14, 15.1, 17, 18.1.2, 18.2, 19 et 22 de la CEI 383.

6.3 Essai de tenue aux chocs de manoeuvre sous pluie

Conformément aux articles et paragraphes 7, 9, 11, 13, 14, 15.1, 17, 18.1.3, 18.2, 19 et 21 de la CEI 383.

6.4 Essai mécanique charge-temps

Cet essai sera effectué à température ambiante pour confirmer la charge mécanique spécifiée (CMS) de l'isolateur après l'application d'une charge mécanique égale à 0,7 de CMS pendant 96 h.

6.4.1 Spécimens d'essai

On utilise trois isolateurs de la chaîne de production ou trois échantillons de noyau avec armatures métalliques. Chaque spécimen doit avoir une longueur entre armatures métalliques au moins égale à 10 fois le diamètre du noyau. Les armatures métalliques doivent être identiques à celles qui sont utilisées en production.

6.4.2 Déroulement de l'essai

- a) Les trois spécimens sont soumis à une charge de traction appliquée entre les couplages. La charge est augmentée rapidement mais sans à-coups, de zéro jusqu'à 70 % de la CMS; et ensuite maintenue à cette valeur pendant 96 h.
- b) Les trois mêmes spécimens sont ensuite de nouveau soumis à une traction appliquée entre les couplages. 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 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.

Unless otherwise agreed, a tolerance of

$$\begin{aligned} &\pm (0,04 \times d + 1,5) \text{ mm} && \text{when } d \leq 300 \text{ mm} \\ &\pm (0,025 \times d + 6) \text{ mm} && \text{when } d > 300 \text{ mm with a maximum of 50 mm} \end{aligned}$$

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

A summary of these tests is given in annex D.

6.1 *Dry lightning impulse withstand voltage test*

According to clauses and subclauses 7, 9, 10, 14, 15.1, 15.2, 17, 18.1.2, 18.2, 19 and 20 of IEC 383.

6.2 *Wet power - frequency test*

According to clauses and subclauses 7, 9, 12, 13, 14, 15.1, 17, 18.1.2, 18.2, 19 and 22 of IEC 383.

6.3 *Wet switching impulse withstand voltage test*

According to clauses and subclauses 7, 9, 11, 13, 14, 15.1, 17, 18.1.3, 18.2, 19 and 21 of the IEC 383.

6.4 *Mechanical load-time test*

This test shall be performed at ambient temperature to confirm the specified mechanical load (*SML*) of the insulator after the application of a tensile load of 0.7 *SML* for 96 h.

6.4.1 *Test specimens*

Three insulators from the production line or three core samples with metal fittings are used. Each specimen shall have a length between metal fittings of at least 10 times the core diameter. The metal fittings shall be identical to those used in the production.

6.4.2 *Performance of the test*

a) The three specimens are subjected to a tensile load applied between the couplings. 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.

b) The same three specimens are then again subjected 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 in a time between 30 s and 90 s to the *SML*. If 100 % of the *SML* is reached in less than 90 s the load (100 % *SML*) shall be sustained for the remainder of the 90 s. (This test is considered to be equivalent to a 1 min withstand test at the *SML*).

6.4.3 Sanction de l'essai

L'essai est passé avec succès si aucune rupture (rupture ou complet arrachement du noyau ou fracture d'une armature métallique) ne se produit, ni dans l'essai a) de 96 h, ni dans l'essai b) de 30 s à 90 s.

7 Essais sur prélèvements

Un résumé de ces essais est donné à l'annexe D.

7.1 Règles générales

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

Les isolateurs seront choisis au hasard. Le client a le droit d'effectuer ce choix. Les prélèvements E1 et E2 seront soumis aux essais sur prélèvement applicables.

Les essais sur prélèvement sont:

- vérification des dimensions (E1 + E2)
- vérification du dispositif de couplage (E2)
- vérification de la CMS (E1)
- essai de 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 7.6.

Taille du lot (N)	Tailles des prélèvements	
	E1	E2
$N \leq 300$	Définies 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

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.

7.2 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 6 seront considérées comme bonnes.

6.4.3 Evaluation of the test

The test is passed if no failure (breakage or complete pull-out of the core or fracture of the metal fittings) occurs either during the 96 h test a) or during test b).

7 Sampling tests

A summary of these tests is given in annex D.

7.1 General rules

For the sampling tests, two samples are used, E1 and E2. The sizes of these samples are indicated in the table 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:

- verification of dimensions (E1 + E2)
- verification of the locking system (E2)
- verification of the SML (E1)
- 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 7.6.

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

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

7.2 Verification of dimensions (E1 + E2)

The dimensions given in the drawings shall be verified. The tolerances given in the drawing are valid. If no tolerances are given in the drawings the values mentioned in clause 6 shall hold good.

7.3 Vérification du dispositif de couplage (E2)

Cet essai est applicable seulement aux isolateurs équipés de couplage à logement de rotule comme spécifié dans la CEI 120 et est effectué conformément à la CEI 383.

7.4 Vérification de la charge mécanique spécifiée (CMS) (E1)

Tous les isolateurs du prélèvement E1 seront soumis, à la température ambiante, à une traction appliquée entre les couplages. La charge sera 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.)

L'essai est passé avec succès si aucune rupture (fracture ou complet arrachement du noyau ou fracture de l'armature métallique) ne se produit.

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.

7.5 Essai de galvanisation

Cet essai est effectué conformément à la CEI 383 sur les parties galvanisées.

7.6 Contre-épreuve

Si un seul isolateur ou une seule partie métallique ne satisfait pas à l'un quelconque des essais sur prélèvements, on doit effectuer une contre-épreuve sur un nouveau prélèvement égal à deux fois la quantité qui avait été à l'origine soumise à cet essai.

La contre-épreuve comprendra l'essai auquel la pièce n'a pas satisfait.

Si deux ou plus des isolateurs ou pièces métalliques ne satisfont pas à l'un quelconque des essais sur prélèvements, ou si un résultat sur isolateur ou parties métalliques n'est pas satisfaisant après la contre-épreuve, le lot entier est considéré comme ne satisfaisant pas à la présente Norme et doit être repris par le fabricant.

Si la raison de la défaillance peut être clairement identifiée, le fabricant peut trier le lot afin d'éliminer tous les isolateurs comportant ce défaut. Le lot ainsi trié peut être représenté aux essais. La quantité dans ce cas étant trois fois celle prélevée à l'origine pour les essais. Si un isolateur ne satisfait pas à cette contre-épreuve, le lot entier est considéré comme ne satisfaisant pas à cette norme et doit être retiré par le fabricant.

7.3 Verification of the locking system (E2)

This test applies only to insulators equipped with socket coupling as specified by IEC 120 and is performed according to IEC 383.

7.4 Verification of the specified mechanical load (SML) (E1)

All 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 be 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 % *SML*) shall be sustained for the remainder of the 90 s. (This test is considered to be equivalent to a 1 min withstand test at the *SML*).

The test is passed if no failure (breakage or complete pull-out of the core or fracture of the metal fittings) occurs.

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.

7.5 Galvanizing test (E2)

This test is performed according to IEC 383 on galvanized parts.

7.6 Re-testing procedure

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

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

If two or more insulators or 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 resubmitted for testing. The number then selected shall be three times the first quantity chosen for tests. If any insulator fails during this re-testing, the complete lot is considered as not complying with this standard and shall be withdrawn by the manufacturer.

8 Essais individuels

Un résumé de ces essais est donné à l'annexe D.

8.1 Identification des isolateurs composites

Chaque isolateur doit être marqué avec le nom ou la marque commerciale du fabricant et l'année de fabrication. De plus, chaque isolateur doit être marqué avec sa CMS. Ces marques doivent être lisibles et indélébiles.

8.2 Examen visuel

L'examen doit être fait sur chaque isolateur. Le montage des armatures métalliques sur les parties isolantes doit être conforme aux plans. La couleur de l'isolateur doit être approximativement celle spécifiée sur les plans.

Les imperfections suivantes de la surface de l'isolateur sont acceptables:

- défauts superficiels d'aire inférieure à 25 mm^2 (l'aire totale des défauts n'excédant pas 0,2 % de la surface totale de l'isolateur) et de profondeur inférieure à 1 mm.

8.3 Essai mécanique individuel

Tout isolateur doit résister, à température ambiante, à une charge de traction (CMI) correspondant au moins à 50 % de la CMS, pendant au moins 10 s.

8 Routine tests

A summary of these tests is given in annex D.

8.1 Identification of the composite insulators

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

8.2 Visual examination

The examination shall be made on each insulator. The mounting of the metal fittings on the insulating parts shall be in accordance with the drawings. The colour of the insulator shall be approximately as specified in the drawings.

The following imperfections shall be acceptable on the insulator surface:

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

8.3 Mechanical routine test

Every insulator shall withstand at ambient temperature a tensile load at *RTL* corresponding to at least 50 % of the *SML* for at least 10 s.

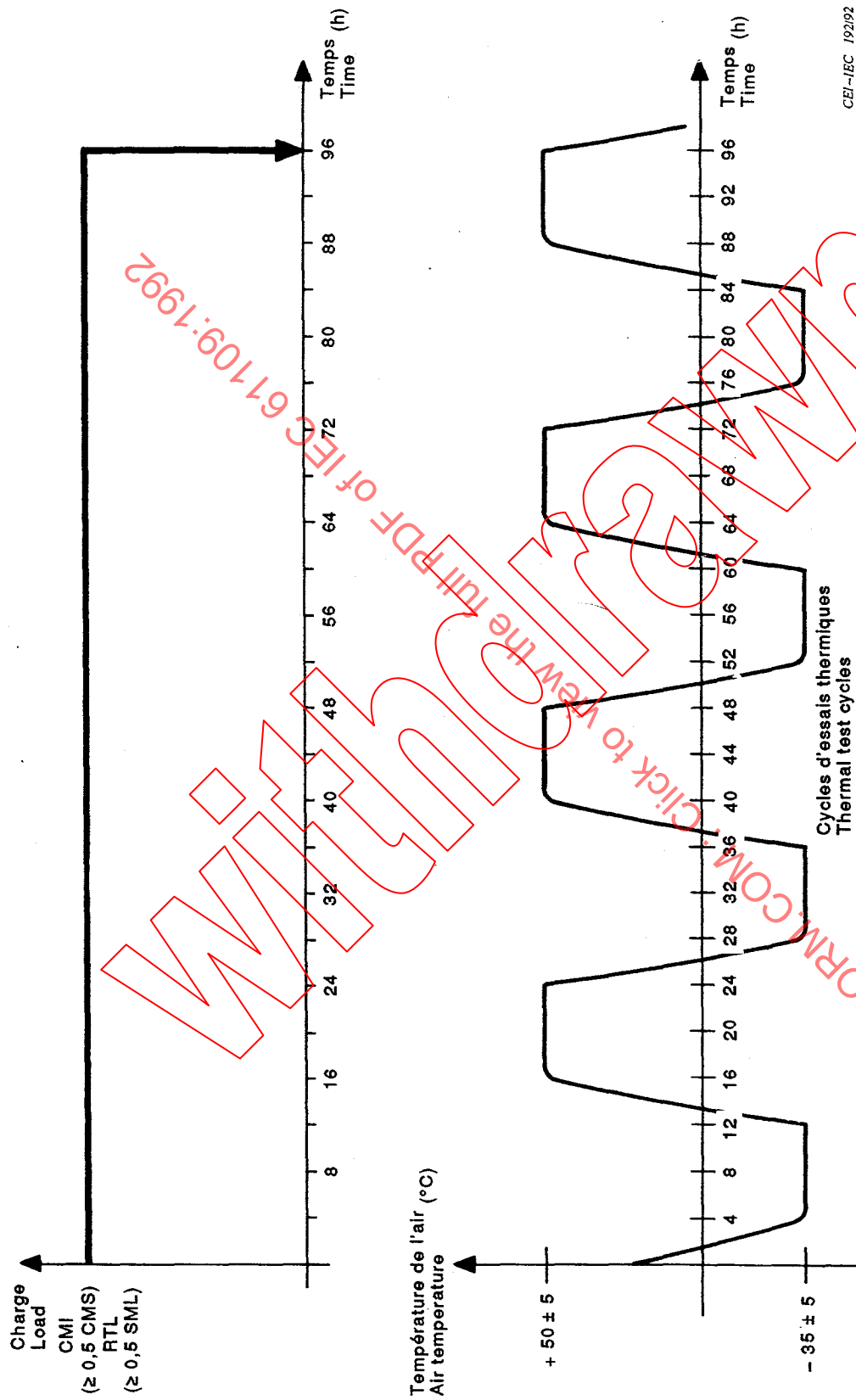
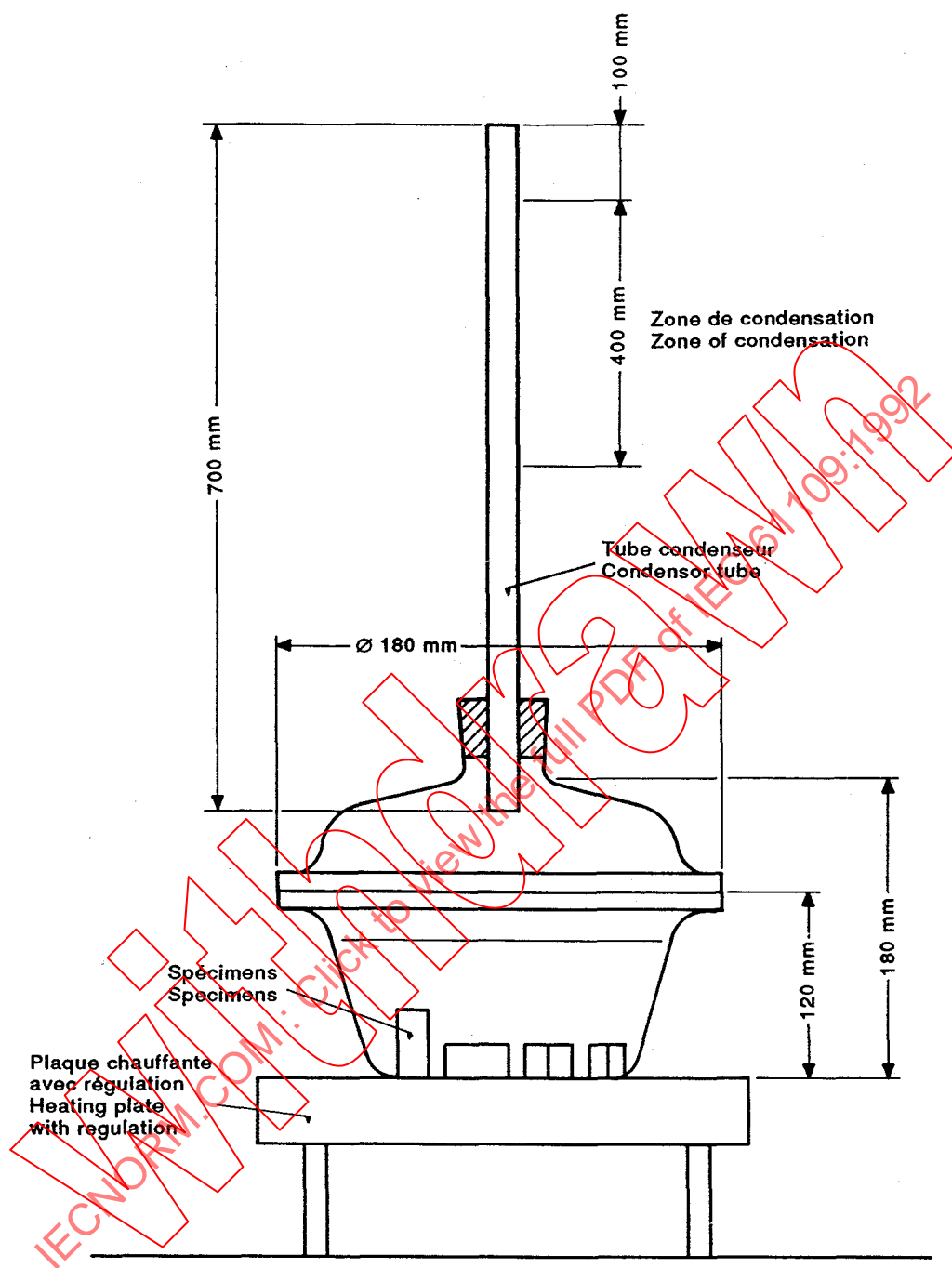
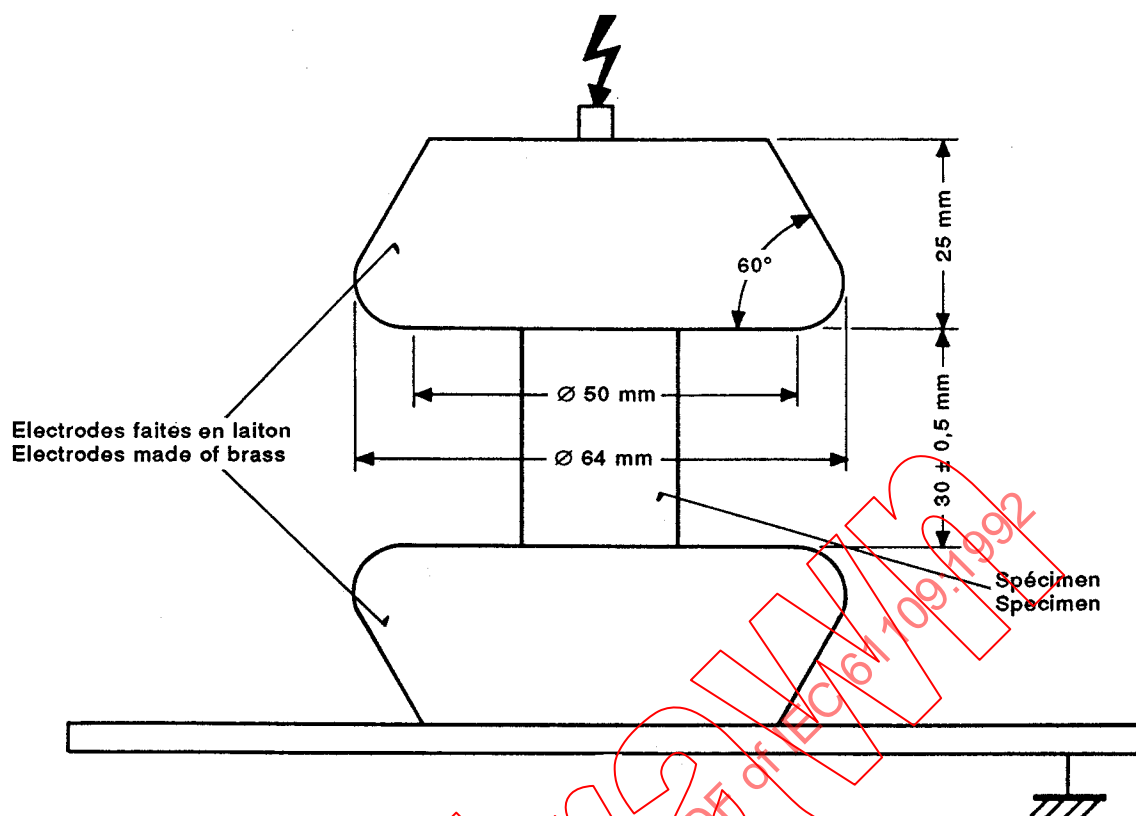


Figure 1 - Essai thermomécanique (5.1.3.2)
Thermal-mechanical test (5.1.3.2)



CEI-IEC 193/92

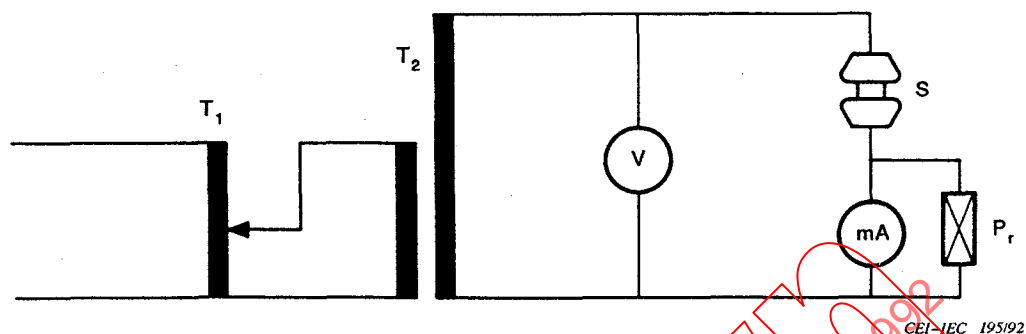
Figure 2 - Exemple d'une cuve à ébullition pour l'essai de pénétration d'eau (5.4.2)
 Example of boiling container for the water diffusion test (5.4.2)



NOTE - Pour les spécimens de grand diamètre, le diamètre des électrodes doit être augmenté. Le diamètre des électrodes doit être supérieur d'au moins 20 mm à celui des spécimens.

NOTE - For specimens with large diameters, the diameters of the electrodes shall be increased. The diameters of the electrodes shall be at least 20 mm greater than those of the specimens.

Figure 3 Electrodes pour l'essai sous tension (5.4.2.3)
Electrodes for the voltage test (5.4.2.3)



- T1 = Régulateur
Regulator
- T2 = Transformateur d'essai à haute tension
High voltage test transformer
- V = Mesure de la haute tension
High voltage measurement
- mA = Milliampèremètre
Milliamperemeter
- P_r = Protection pour le milliampèremètre
Protection for the milliamperemeter
- S = Electrodes avec spécimen essayé
Electrodes with test specimen

Figure 4 Circuit pour l'essai sous tension (5.4.2.3)
Voltage test circuit (5.4.2.3)

Annexe A (informative)

Principe des essais de traction mécanique en fonction du temps pour les isolateurs composites

A.1 Introduction

L'historique des essais de traction mécanique en fonction du temps et les données expérimentales obtenues sont indiquées dans la référence [1] de l'article A.5.

Généralement, la résistance mécanique des isolateurs composites sous charge décroît avec le temps. Ce fait dépend de la valeur et de la durée d'application des charges. Ce phénomène est dû aux matériaux utilisés pour le noyau, qui sont généralement sensibles au fluage contrairement aux isolateurs classiques.

La courbe de la résistance mécanique d'un isolateur composite en fonction de la durée d'application de la charge peut être assimilée à une droite de pente négative en fonction du logarithme du temps d'application de la charge. Rappelons qu'une décade de temps sur une échelle logarithmique est un intervalle constant dont les bornes sont dans un rapport de 10, par exemple 1 min - 10 min.

Les charges qui apparaissent sur les isolateurs au cours de la durée de vie de l'ouvrage peuvent être représentées de manière analogue par des couples de valeurs charge-temps.

Le but des essais consiste à permettre à l'utilisateur de vérifier la position de la courbe de la tenue mécanique de l'isolateur par rapport aux charges attendues pendant la durée de la vie estimée de l'ouvrage, soit 50 ans en moyenne.

Deux essais sont définis dans cette norme:

- un essai de conception, «essai charge-temps du noyau», dont le but essentiel est de contrôler la pente maximale de la courbe de résistance de l'isolateur en fonction du temps, (voir 5.2);
- un essai de type, «essai mécanique charge-temps», qui vérifie la charge mécanique spécifiée (*CMS*) de l'isolateur après l'application d'une charge permanente de 0,7 *CMS* pendant 96 h (voir 6.4).

Les essais de conception et de type confirment que la courbe de résistance en fonction du temps de l'isolateur a une pente maximale acceptable et que l'isolateur tient la *CMS* donnée par le fabricant. Un exemple du choix d'un isolateur en fonction des charges de l'utilisateur et de ses valeurs garanties (pente et *CMS*) est donné dans l'article A.4.

A.2 Essai de conception - Essai de charge-temps du noyau (voir figure A.1)

Le but de cet essai est de contrôler que la pente de la droite de résistance de l'isolateur, en fonction du logarithme du temps, n'est pas supérieure à une certaine valeur.

Annex A

(informative)

Principles of the mechanical tensile load-time tests for composite insulators

A.1 Introduction

The background of presented tensile mechanical load-time tests for composite insulators and the experimental information collected are given in reference [1] of clause A.5.

Generally, the mechanical strength of loaded composite insulators decreases with time. This decrease depends on the magnitude and duration of the loads. This is due to the materials used for the core, which are generally prone to creep, contrary to conventional insulators.

The curve of the mechanical strength of a composite insulator, as a function of the time of application of the load, can be assumed to be a straight line with a negative slope, versus the logarithm of time of application of the load. Let us recall that a time decade, on a logarithmic scale, is a constant interval, with a ratio of 10 between its limits, i.e. 1 min - 10 min.

The loads applied to insulators, during the life-time of a line, can also be represented in an analogous manner as load-time pair of values.

The aim of the tests is to allow the user to check the position of the mechanical withstand-time curve of the insulators with respect to the loads expected during the estimated life-time of the line, e.g. 50 years, on an average.

Two tests are prescribed in this standard:

- a design test, "core load-time test", to check the maximum slope of the strength-time curve of the insulator, (see 5.2);
- a type test, "mechanical load-time test", to check the specified mechanical load (*SML*) of the insulator after the application of a continuous load of 0,7 *SML* for 96 h, (see 6.4).

The design and the type tests confirm that the strength-time curve of the insulator has a maximum acceptable slope and that the insulator withstands the *SML* given by the manufacturer. An example of the choice of an insulator as a function of the user's loads and the guaranteed values (slope and *SML*) is given in clause A.4.

A.2 Design test - Core load-time test (see figure A.1)

The aim of this test is to check that the slope of the strength curve of the insulator, versus the logarithm of time, is not greater than a certain value.

La pente de cette droite n'est, en général pas spécifiée. En pratique, on rencontre fréquemment des valeurs maximales de l'ordre de 5 % à 7 % de la charge de rupture à 1 min par décade de temps.

Pour plus de sécurité, il a été décidé de vérifier que la pente de la courbe de résistance du noyau en fonction du temps n'est pas supérieure à 8 % de la charge de rupture du noyau à 1 min, par décade de temps.

La solution la plus simple pour effectuer ce contrôle aurait été d'effectuer deux essais de rupture, l'un à 1 min, l'autre à 96 h. Mais il est très difficile de prévoir la valeur de la charge qui donnera un temps moyen de rupture de 96 h. En effet, pour une même valeur moyenne de rupture «1 min» pour une pente de la courbe de résistance de 6 % au lieu de 8 %, la valeur de la charge à 96 h calculée sur la base d'une pente de 8 % devrait être maintenue jusqu'à 10 semaines en moyenne, au lieu de 96 h.

La manière pratique de conduire cet essai est alors de faire, premièrement, un essai de rupture à 1 min et ensuite un essai de tenue à 96 h d'où on peut estimer la charge de rupture à 96 h.

NOTE - La durée de 96 h a été choisie sensiblement au milieu de l'échelle logarithmique 1 min - 50 ans, en tenant compte des modalités pratiques de fonctionnement des laboratoires d'essai.

A.2.1 Essai de rupture à 1 min

Il faut connaître à la fois la valeur moyenne de la rupture à 1 min (M_{moy}) et l'écart-type de la dispersion de cette valeur, σM . L'écart-type est nécessaire pour calculer la valeur de tenue 96 h.

La procédure courante consiste à effectuer trois essais de rupture «1 min» et de calculer la moyenne arithmétique (M_{moy}). Ensuite on adopte, pour l'écart-type, une valeur fixe $\sigma M = 0,08 M_{\text{moy}}$, valeur tirée de l'expérience internationale actuelle. Cependant, si l'on dispose d'un grand nombre d'essais (supérieur à 10) pour le type d'isolateur essayé, on peut calculer la valeur vraie de l'écart-type et l'utiliser dans la détermination de la charge de tenue 96 h.

A.2.2 Essai de tenue 96 h

Pour contrôler que la pente de la courbe de résistance en fonction du temps n'est pas supérieure à 8 % de M_{moy} par décade, il suffit que la valeur moyenne de rupture à 96 h (M_{96}) soit supérieure ou égale à $0,7 M_{\text{moy}}$. En effet:

$$96 \text{ h} = 5\,760 \text{ min} = 3,76 \text{ décades}$$

et, par conséquent:

$$M_{96} = M_{\text{moy}}(1 - 3,76 \times 0,08) = 0,7 M_{\text{moy}}$$

Generally, the slope of this curve is not specified. In practice, maximum values ranging from 5 % to 7 % of the 1 min failing load per decade of time, are frequently met.

To be on the safe side, it was agreed to verify that the slope of the strength-time curve does not exceed 8 % of the 1 min failing load of the core, per decade of time.

The simplest way to achieve this goal would have been to perform two failing load tests, one with a duration of 1 min, the other with 96 h. However, it is very difficult to foresee the load which will give an average failing time of 96 h, because, for the same 1 min failing load, if the slope of the curve is 6 % instead of 8 %, the load calculated on the base of a 8 % slope for the 96 h test should be maintained up to 10 weeks on an average.

The practical way of performing this test is then firstly to make a 1 min failing load test and secondly a 96 h withstand test from which the 96 h failing load may be estimated.

NOTE - The 96 h duration was chosen practically in the middle of the logarithmic scale 1 min - 50 years, taking into account the practice in testing laboratories.

A.2.1 One minute failing load test

Both the average 1 min failing load (M_{av}) and the standard deviation of the dispersion of the data (σM) are needed, the latter to calculate the 96 h withstand value.

The normal practice is to perform three "1 min" failing load tests and to calculate the average (M_{av}). Then a constant value is adopted for the standard deviation. A value $\sigma M = 0,08 M_{av}$, according to the present international experience, is suggested. However, if a large number of tests (more than 10) are performed for the tested insulator class, the real value of σM can be calculated and used to determine the 96 h withstand value.

A.2.2 96 h withstand test

To check that the slope of the strength curve is not greater than 8 % of M_{av} per decade of time, it is sufficient for the average 96 h failing load (M_{96}) to be at least equal to $0,7 M_{av}$. In fact:

$$96 \text{ h} = 5\,760 \text{ min} = 3,76 \text{ decades}$$

and, as a consequence,

$$M_{96} = M_{av} (1 - 3,76 \times 0,08) = 0,7 M_{av}$$

On cherche la valeur de la charge de tenue à 96 h qui conduirait à la réussite de l'essai avec une probabilité de 90 %. Dans les cas d'une distribution gaussienne, les tables statistiques donnent:

pour 1 essai $M_{96} - 1,282 \sigma M$

pour 2 essais $M_{96} - 1,645 \sigma M$

pour 3 essais $M_{96} - 1,820 \sigma M$

Pour trois isolateurs essayés, avec $\sigma M = 0,08 M_{\text{moy}}$, la valeur de charge de tenue 96 h est:

$$0,7 M_{\text{moy}} (1 - 1,820 \times 0,08) = 0,60 M_{\text{moy}}$$

Si cet essai est réussi sur les trois isolateurs, on a une probabilité d'au moins 90 % que la valeur moyenne de la rupture à 96 h soit supérieure à $0,7 M_{\text{moy}}$, et que la pente de la courbe de résistance de l'isolateur soit inférieure ou égale à 8 % de M_{moy} par décade de temps.

A.3 Essai de type - Essai mécanique charge-temps

Le but de cet essai est de contrôler la CMS de l'isolateur en tenant compte des effets cumulatifs des charges. Cela se fait en appliquant d'abord une charge de 0,7 CMS pendant 96 h et après la CMS pendant 1 min.

La valeur 0,7 CMS pour l'essai de tenue à 96 h a été choisie parce qu'elle correspond à la valeur de pente garantie de 8 % par décade de temps de la courbe de résistance de l'isolateur, vérifiée par l'essai de conception (voir A.2.2).

L'information obtenue par cet essai peut être utilisée par l'utilisateur pour contrôler que la caractéristique mécanique de tenue de l'isolateur est située au-dessus des charges attendues sur la ligne.

A.4 Utilisation des résultats des essais de conception et de type

A.4.1 Droite charge-temps de l'utilisateur (figure A.2)

Les charges appliquées aux isolateurs pendant la vie d'une ligne peuvent être représentées, dans une première approximation, par une droite d'une manière analogue à la courbe de résistance mécanique en fonction du temps des isolateurs composites.

Une droite comme celle de la figure A.2 peut être déterminée par l'utilisateur à partir des charges de traction: CMO, CME et CMM, définies ci-dessous, par rapport à une échelle de temps graduée en décades.

A.4.2 Charge mécanique ordinaire (CMO)

Cette charge représente soit les poids des conducteurs, entretoises, accessoires, etc., sans givre, pour une chaîne de suspension, soit la tension des conducteurs en faisceau pour une chaîne d'ancrage, en prenant en compte la température et la vitesse du vent les plus fréquentes. Cette charge et la température correspondante doivent être définies par l'utilisateur de façon à représenter les conditions de service les plus courantes.

When the value of the 96 h withstand load, corresponding to a probability of 90 % to pass the test, is calculated for a Gaussian distribution, the statistical tables give:

for 1 test: $M_{96} - 1,282 \sigma M$

for 2 tests: $M_{96} - 1,645 \sigma M$

for 3 tests: $M_{96} - 1,820 \sigma M$

For three insulators tested, with $\sigma M = 0,08 M_{av}$, the 96 h withstand value is:

$$0,7 M_{av} (1 - 1,820 \times 0,08) = 0,60 M_{av}$$

If the test is passed on the three insulators, there is a probability of 90 % that the average 96 h failing load will be at least equal to $0,7 M_{av}$, and the slope of the strength curve of the insulator equal to or smaller than 8 % of M_{av} per decade of time.

A.3 Type test - Mechanical load-time test

The aim of this test is to check the *SML* of the insulator, taking into account the cumulative effects of loadings. This is done by firstly applying a load of $0,7 SML$ for 96 h and then applying the *SML* for 1 min.

The $0,7 SML$ value for the 96 h withstand test was chosen because it corresponds to the guaranteed slope of 8 % per decade of time of the strength-time curve of the insulator, checked by the design test (see A.2.2).

The information obtained from this test can be utilized by the user to check that the mechanical withstand characteristic of the insulator is situated above the loads expected on the line.

A.4 Use of the results of the design and type tests

A.4.1 Load-time straight line of the user (figure A.2)

The loads applied to insulators during the life-time of a line can be represented, as a first approximation, by a straight line in an analogous manner as the mechanical strength-time curve of the composite insulators.

A straight line such as the one indicated in figure A.2 may be established by the user from the tensile loads: *OML*, *EML* and *MML* as defined below, versus a time scale divided in decades.

A.4.2 Ordinary mechanical load (*OML*)

This load represents the weight, without ice, of the conductors, fittings, spacers, etc, for a suspension set, or the tensile load of the conductor for a tension set, taking into account the most frequent temperature and the most frequent wind velocity. This load and the corresponding temperature shall be defined by the user to represent the most current service conditions.

A.4.3 Charge mécanique exceptionnelle (CME)

On estime que cette charge exceptionnelle apparaîtra pour une durée maximale totale d'une semaine pendant toute la durée de la vie de l'ouvrage considérée.

Cette charge et les températures correspondantes doivent être définies par l'utilisateur afin de bien représenter les conditions de service. La CME dépasse la CMO définie ci-dessus. On suppose que cette charge exceptionnelle ne produira aucune déformation permanente des isolateurs.

A.4.4 Charge mécanique maximale (CMM)

Cette charge est la plus élevée que les isolateurs pourront avoir à subir durant toute leur durée de vie; elle peut se produire pendant des périodes très courtes (par exemple 1 min) et elle dépasse la charge mécanique exceptionnelle.

NOTE - Sous cette charge, il convient qu'aucune séparation mécanique des isolateurs n'intervienne pendant sa durée d'application; des déformations permanentes de l'isolateur sont, cependant, acceptables.

A.4.5 Détermination de la droite de charge-temps de l'utilisateur et comparaison avec la courbe de tenue mécanique en fonction du temps de l'isolateur

Deux charges sont suffisantes pour définir la droite charge-temps de l'utilisateur. Il suffit ensuite de vérifier que la troisième charge est située sur ou sous cette droite.

Ces charges doivent être définies par l'utilisateur de façon à représenter les conditions de service. Si l'utilisateur connaît la courbe des fréquences cumulées des charges réelles, il peut l'employer directement. Si la pratique est d'utiliser une approche déterministe, avec des charges mécaniques fondamentales imposées par une Administration, affectées d'un coefficient de sécurité, on peut alors situer cette charge résultante sur le graphique en fonction de sa durée prévue. Le second point pour définir la droite charge-temps reste la valeur de CMO.

Il est évident que toute autre approche est possible pour tracer cette droite.

La courbe de tenue mécanique de l'isolateur en fonction du temps, (figure A.3), définit le temps pendant lequel une charge particulière peut être appliquée avec une probabilité élevée que, pendant l'essai mécanique suivant de 1 min, aucune rupture n'apparaîtra à une valeur de charge inférieure à la CMS.

La courbe de tenue mécanique en fonction du temps de l'isolateur doit être au-dessus de la droite de charge-temps de l'utilisateur pour chaque durée du service inférieure à 50 ans.

Exemple

A titre de guide pour les utilisateurs, une pratique courante dans certains climats tempérés ou non extrêmes est d'utiliser les rapports suivants entre les charges mécaniques définies: en prenant CMM comme unité (1,0), CME sera 0,6 et CMO se situera probablement entre 0,20 et 0,33. Ces valeurs sont basées sur une espérance de vie d'environ 50 ans. Dans le pire des cas, avec $CMO = 0,33 \times CMM$, la pente minimale de la droite charge-temps sera de 9 % de CMM par décade de temps.

A.4.3 Extraordinary mechanical load (EML)

It has been estimated that this extraordinary load will occur for a total maximum duration of one week during the whole life-time of a given installation.

This load and the corresponding temperature shall be defined by the user to represent service conditions. The *EML* exceeds the *OML* as defined above. It is assumed that at this extraordinary load no permanent deformation on the insulators will occur.

A.4.4 Maximum mechanical load (MML)

This load is the highest possible load experienced by the insulators during the whole life-time and can occur for very short periods (e.g. 1 min) and exceeds the extraordinary mechanical load.

NOTE - No mechanical separation of the insulators should occur at this load during its application time; permanent deformation on insulators, however, is acceptable.

A.4.5 Determination of the load-time straight line of the user and comparison with the mechanical withstand-time curve of the insulator

Only two loads are necessary to define the load-time straight line of the user. It is then sufficient to check that the third load is on, or below it.

The loads have to be defined by the user to represent service conditions. If the user knows the cumulative frequency curve of the actual loads, he then can use this curve directly. If the practice to determine the first point is to use a deterministic approach, with basic loads fixed by an Administration and with safety coefficients, then the resulting load may be located on the graph according to its expected duration. The second point to define the load-time straight line is still the *OML*.

Obviously, other approaches are possible to draw this straight line.

The mechanical withstand time curve of the insulator, (figure A.3), defines the time for which a particular load may be applied with a high probability that during a subsequent 1 min mechanical load test, failure will not take place below the *SML*.

The mechanical withstand-time curve shall be higher than the load-time straight line for any time in service shorter than 50 years.

Example

As a guidance to users it is a common practice in some temperate or non-extreme climates to use the following ratios between the defined mechanical loads: with the *MML* taken equal to unity (1,0), the *EML* equal to about 0,6, and the *OML* between 0,20 and 0,33. These values are based on an expected life-time of approximately 50 years. In the worst case, with $OML = 0,33 \times MML$, the minimum slope of the load-time straight line is 9 % of the *MML* per decade of time.

La figure A.3 montre la comparaison entre la droite charge-temps de l'utilisateur et la courbe de tenue de l'isolateur vérifiée par l'essai de conception et l'essai de type.

A.5 Référence

[1] «Support technique pour l'établissement des spécifications minimales des isolateurs composites.» Rapport préparé par le Groupe de travail CIGRÉ 22.10: Isolateurs composites. *Electra* n° 88, mai 1983.

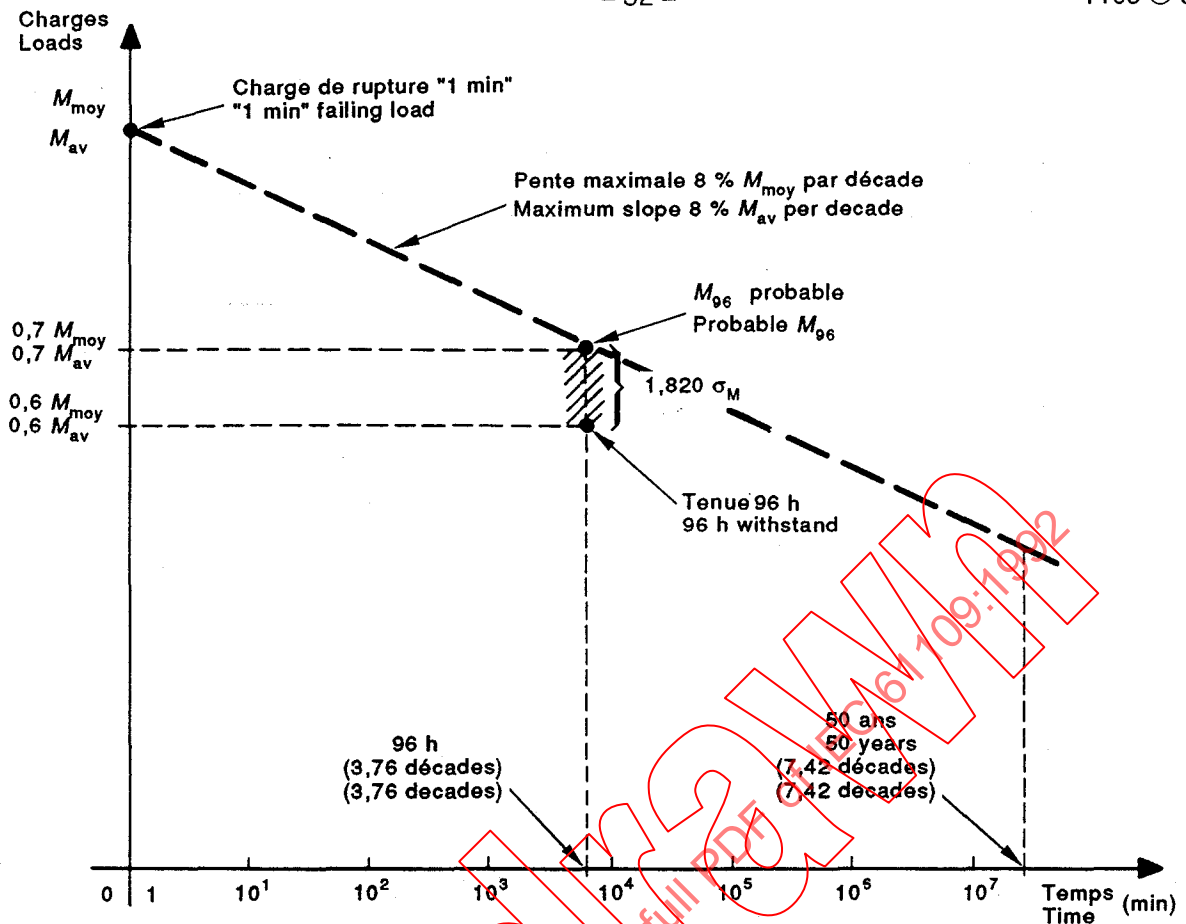
Withdrawn
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61109:1992

Figure A.3 shows the comparison between the load-time straight line of the user and the mechanical withstand-time curve of the insulator as verified by the design and the type test.

A.5 Reference

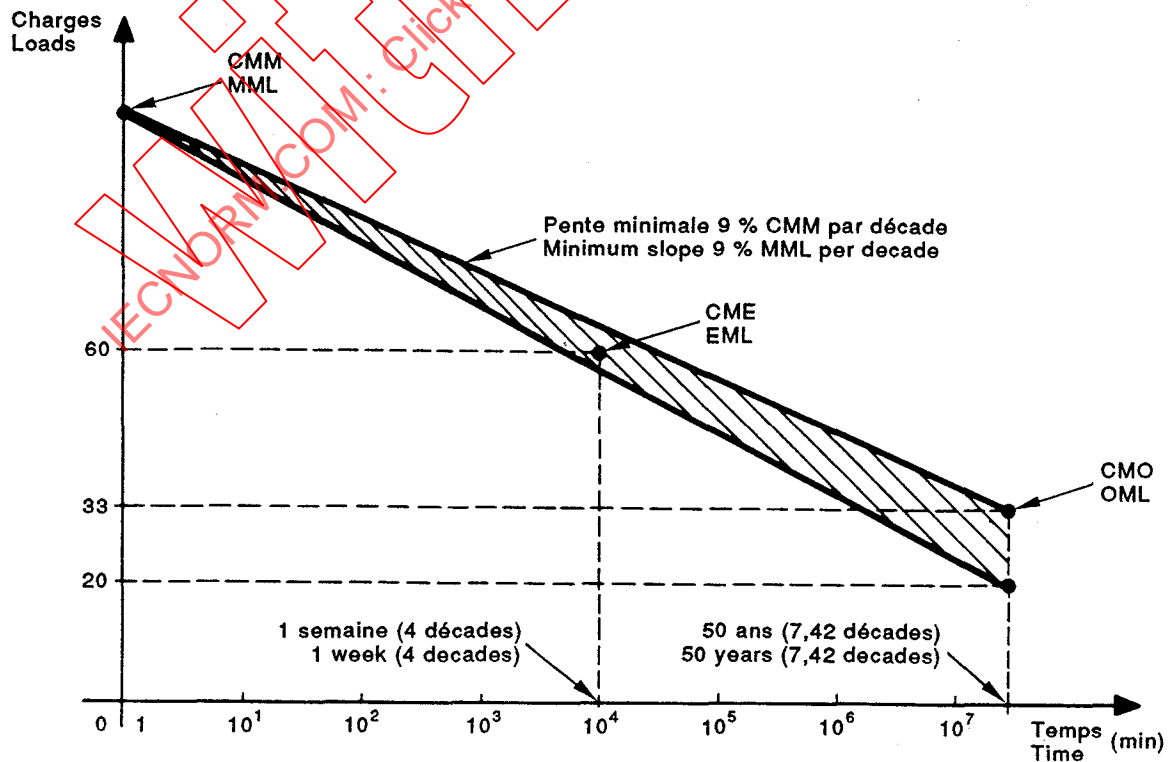
[1] "Technical basis for minimal requirements for composite insulators". Paper presented by CIGRÉ Working Group 22.10: Composite insulators. *Electra* No. 88, May 1983.

Withdawn
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61109:1992



CEI-IEC 196/92

Figure A.1 - Vérification de la pente de la courbe de résistance en fonction du temps de l'isolateur
Verification of the slope of the strength-time curve of the insulator



CEI-IEC 197/92

Figure A.2 - Droite charge-temps de l'utilisateur
Load-time straight line of the user

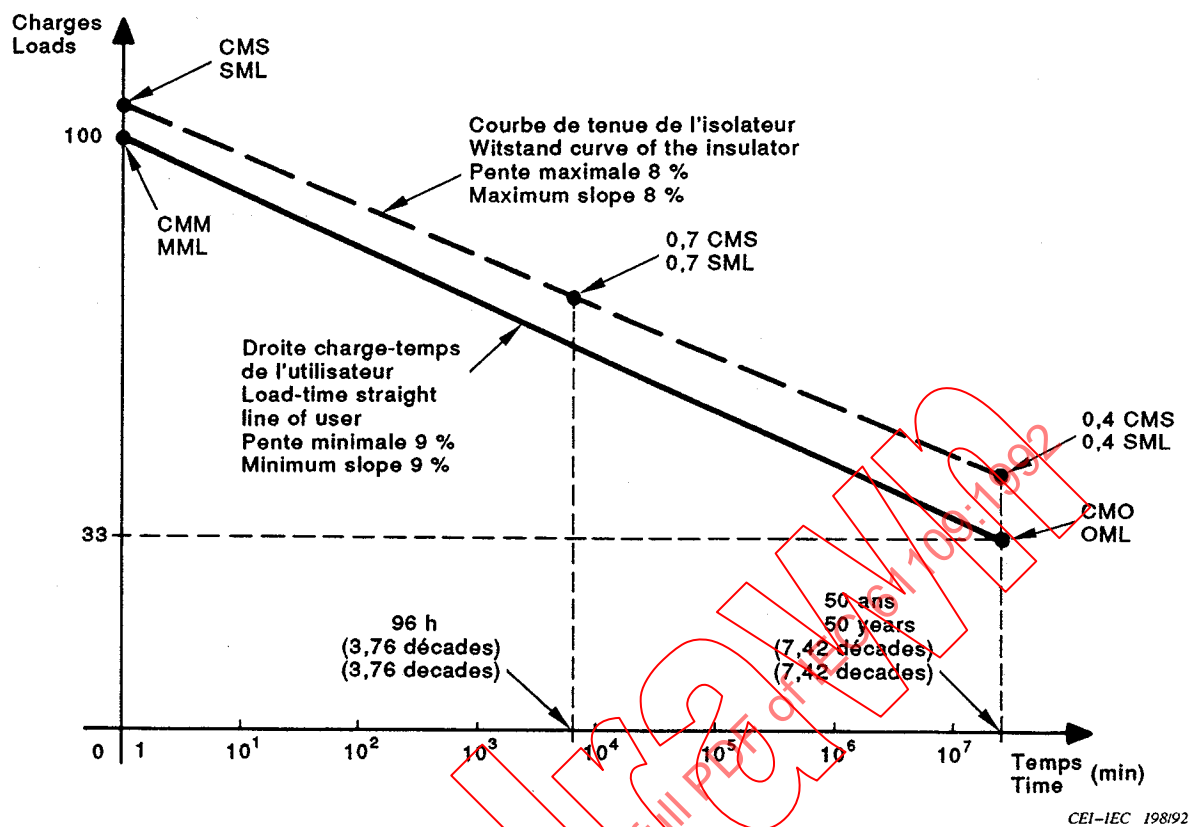


Figure A.3 - Comparaison entre la droite charge-temps de l'utilisateur et la courbe de tenue de l'isolateur
Comparison between the load-time straight line of the user and the withstand-time curve of the insulator

Annexe B (informative)

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

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.

Dispositif 2 (figure B.1)

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.

Annex B

(informative)

Example of two possible devices for sudden release of load

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.

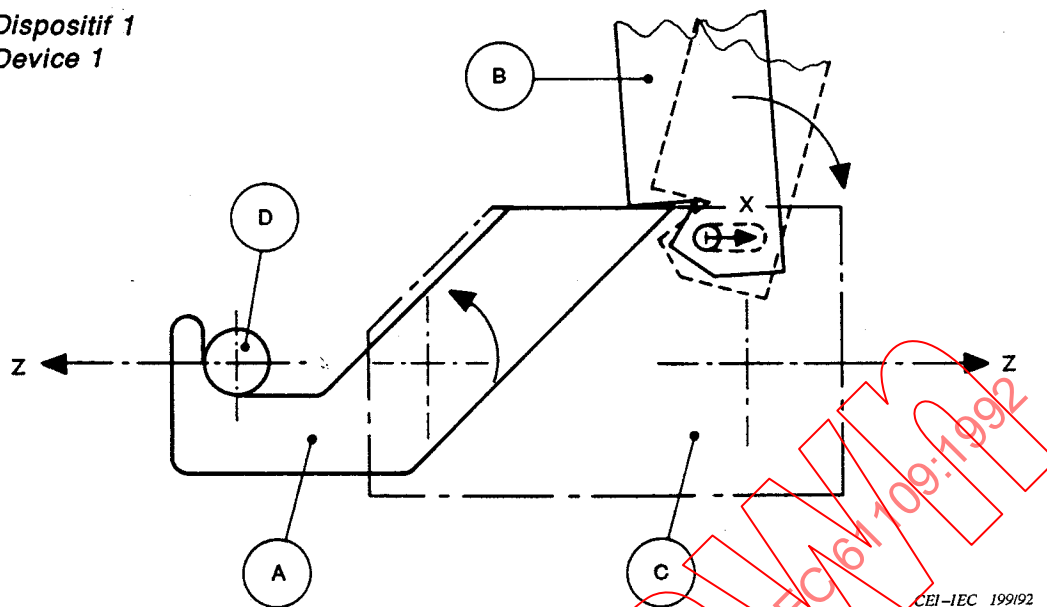
Device 2 (figure B.1)

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.

Dispositif 1
Device 1



Dispositif 2
Device 2

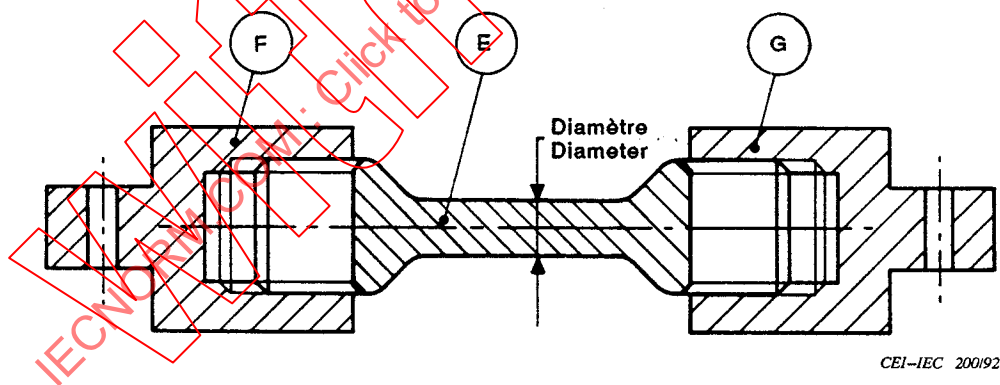


Figure B.1 - Exemple de deux dispositifs possibles pour le relâchement brutal de la charge
Example of two possible devices for sudden release of load

— Page blanche —

— Blank page —

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61109:1992

Withdawn

Annexe C (informative)

Essai de vieillissement climatique sous la tension de service

C.1 Introduction

La procédure d'essai de cette annexe a été établie par le Groupe de travail CIGRÉ 22.10: Isolateurs composites, et décrite dans la référence [1] de l'article C.3.

C.2 Procédure d'essai

Cet essai consiste à appliquer, en plus de la tension maximale du système ($U_m/\sqrt{3}$) à fréquence industrielle, diverses contraintes de manière cyclique:

- simulation de rayonnement solaire;
- pluie artificielle;
- chaleur sèche;
- chaleur humide (proche de la saturation);
- humidité élevée à température ambiante (la saturation doit être obtenue);
- brouillard salin à faible concentration.

Les variations de température peuvent en outre provoquer une certaine contrainte mécanique, particulièrement au niveau des interfaces de l'isolateur, ou encore des phénomènes de condensation qui sont répétés plusieurs fois au cours du cycle.

Un exemple de cycle faisant intervenir toutes ces contraintes est présenté dans la figure C.1.

- Chaque cycle a une durée de 24 h, et un changement de programme a lieu toutes les 2 h.
- Lorsque l'humidification et le chauffage ne sont pas en service, les isolateurs sont soumis à la température ambiante (15 °C - 25 °C) et l'humidité relative (30 % - 60 % h.r.).
- Moins de 15 min doivent suffire pour passer de la température ambiante à 50 °C.
- Il faut moins de 15 min pour atteindre 95 % h.r. et moins de 10 autres min pour atteindre la valeur requise d'au moins 98 % h.r.
- La saturation qui provoque un ruissellement sur les isolateurs est obtenue par refroidissement naturel de la salle d'essai, après une séquence à 50 °C et à 98 % de h.r. Pendant cette opération, la ventilation mécanique ne doit pas fonctionner. La durée de retour à la température ambiante est d'environ 2 h.
- La pluie et le brouillard salin sont conformes aux publications de la CEI.
- La simulation de rayonnement solaire est obtenue par une lampe à arc au xénon de 5 000 W, placée à environ 48 cm des isolateurs. Un système de filtres permet de reproduire approximativement la puissance et le spectre solaire reçus en zone tempérée à midi au mois de juin (environ 90 mW/cm²).

On suggère une durée totale d'essai de 5 000 h.

C.3 Référence

[1] «Support technique pour l'établissement des spécifications minimales des isolateurs composites». Rapport préparé par le Groupe de travail CIGRÉ 22.10: Isolateurs composites. *Electra* n° 88, May 1983.

Annex C

(informative)

Ageing test under operating voltage simulating weather conditions

C.1 Introduction

The test procedure of this annex was set up by CIGRÉ Working Group 22.10: Composite insulators, and reported in reference [1] of clause C.3.

C.2 Test procedure

This test consists in applying, in addition to the highest system voltage ($U_m/\sqrt{3}$) at power frequency, various stresses in a cyclic manner:

- solar radiation simulation;
- artificial rain;
- dry heat;
- damp heat (near saturation);
- high dampness at room temperature (saturation has to be obtained);
- salt fog at low concentration.

Furthermore, temperature variations may cause some degree of mechanical stress, especially at the level of insulator interfaces and also give rise to condensation phenomena which are repeated several times in the course of a cycle.

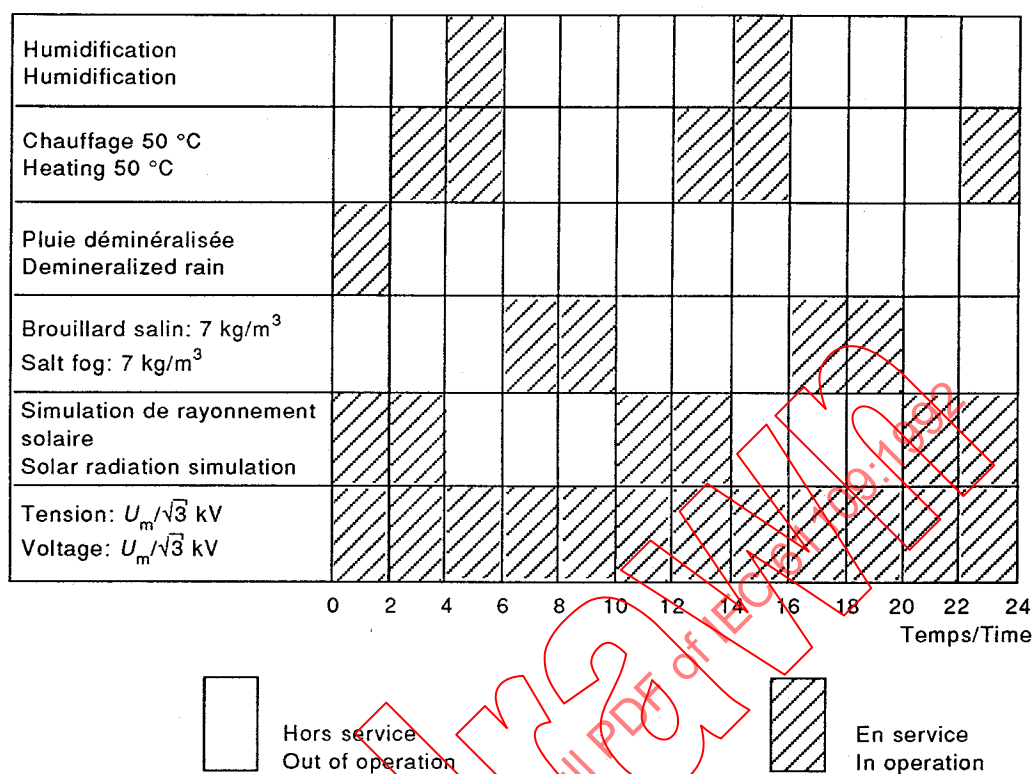
A cycle example including all these stresses is shown in figure C.1.

- Each cycle lasts for 24 h and a programme change takes place every 2 h.
- During the time when the humidification and heating are out of operation, the insulators are submitted to room temperature (15 °C - 25 °C) and relative humidity (30 % - 60 % r.h.).
- The rise from ambient temperature to 50 °C shall take less than 15 min.
- The humidification shall take less than 15 min to reach 95 % r.h. and less than another 10 min to reach the required value of at least 98 % of r.h.
- Saturation which causes the insulators to drip is obtained by a natural cooling of the test room after a sequence with 50 °C and 98 % relative humidity. The fan shall be stopped for this operation. The time to return to ambient temperature is approximately 2 h.
- The rain and salt fog are in accordance with IEC publications.
- The solar radiation simulation is obtained with a xenon arc lamp of 5 000 W spaced within about 48 cm of the insulators. A filter system makes it possible to reproduce approximately the power and the solar spectrum received in a moderate climatic area at noon in June (about 90 mW/cm²).

A duration of 5 000 h is suggested for the whole test.

C.3 Reference

- [1] "Technical basis for minimal requirement for composite insulators". Paper presented by CIGRÉ Working Group 22.10: Composite Insulators. *Electra* No. 88, May 1983.



CEI-IEC 201/92

Figure C.1 - Exemple de cycle de vieillissement climatique accéléré sous tension de service
Example of an accelerated weather ageing cycle under operating voltages