

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

62155

Première édition
First edition
2003-05

**Isolateurs creux avec ou sans pression interne,
en matière céramique ou en verre, pour utilisation
dans des appareillages prévus pour des tensions
nominales supérieures à 1 000 V**

**Hollow pressurized and unpressurized ceramic
and glass insulators for use in electrical
equipment with rated voltages greater than 1 000 V**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 62155:2003

Numérotation des publications

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

Editions consolidées

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

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

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

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

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

- IEC Just Published

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

- Service clients

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

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

Publication numbering

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

Consolidated editions

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

Further information on IEC publications

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

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

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

- IEC Just Published

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

- Customer Service Centre

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

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

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

62155

Première édition
First edition
2003-05

**Isolateurs creux avec ou sans pression interne,
en matière céramique ou en verre, pour utilisation
dans des appareillages prévus pour des tensions
nominales supérieures à 1 000 V**

**Hollow pressurized and unpressurized ceramic
and glass insulators for use in electrical
equipment with rated voltages greater than 1 000 V**

© IEC 2003 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

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



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

X

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	6
1 Domaine d'application et objet	8
1.1 Généralités	8
1.2 Isolateurs creux ou corps d'isolateur creux destinés à un usage général	8
1.3 Isolateurs creux en céramique utilisés sous pression permanente de gaz	10
2 Références normatives	10
3 Termes et définitions	12
4 Matériaux isolants	18
5 Recommandations générales pour la conception	18
5.1 Recommandations générales pour la conception des isolateurs creux ou corps d'isolateur creux destinés à un usage général	18
5.2 Règles de conception des isolateurs creux ou corps d'isolateur creux utilisés sous pression permanente de gaz	18
6 Classification des essais, procédures et règles de prélèvement	24
6.1 Classification des essais	24
6.2 Liste des essais de type, sur prélèvements et de routine	26
6.3 Sélection des isolateurs creux ou corps d'isolateur creux	28
6.4 Procédure de contre-épreuve pour les essais de prélèvement	30
6.5 Assurance qualité	30
7 Prescriptions et procédures générales d'essai	32
7.1 Vérification des dimensions et de la rugosité des parties meulées	32
7.2 Essais mécaniques de rupture	42
7.3 Essai de résistance aux variations brusques de température	48
7.4 Essai de porosité	52
7.5 Vérification de la qualité de la galvanisation	54
8 Essais de type	56
8.1 Essais	56
8.2 Essai de pression	58
8.3 Essai de flexion	58
9 Essais de prélèvement	60
9.1 Essais sur des isolateurs creux ou des corps d'isolateur creux destinés à un usage général	60
9.2 Essais sur des isolateurs creux ou des corps d'isolateur creux en céramique utilisés sous pression permanente de gaz	60
10 Essais individuels	60
10.1 Essais sur des isolateurs creux ou des corps d'isolateur creux destinés à un usage général	60
10.2 Essais sur des isolateurs creux ou des corps d'isolateur creux en céramique utilisés sous pression permanente de gaz	62
10.3 Examen visuel individuel	62
10.4 Essai électrique individuel	64
10.5 Essais mécaniques de routine sur isolateurs creux ou corps d'isolateur creux destinés à un usage général	66
10.6 Essais mécaniques de routine sur isolateurs creux ou corps d'isolateur creux en céramique utilisés sous pression permanente de gaz	68
10.7 Essai individuel de choc thermique	70

CONTENTS

FOREWORD	7
1 Scope and object	9
1.1 General	9
1.2 Hollow insulators or hollow insulator bodies intended for general use	9
1.3 Ceramic hollow insulators intended for use with permanent gas pressure	11
2 Normative references	11
3 Terms and definitions	13
4 Insulating materials	19
5 General recommendations for design	19
5.1 General recommendations for design of hollow insulators and hollow insulator bodies intended for general use	19
5.2 Design rules for hollow insulators and hollow insulator bodies for use with permanent gas pressure	19
6 Classification of the tests, sampling rules and procedures	25
6.1 Classification of the tests	25
6.2 Relevant tests for type, sample and routine tests	27
6.3 Hollow insulator or hollow insulator body selection	29
6.4 Retest procedure for sample tests	31
6.5 Quality assurance	31
7 General test procedures and requirements	33
7.1 Verification of the dimensions and roughness of ground surfaces	33
7.2 Mechanical failing load tests	43
7.3 Temperature cycle test	49
7.4 Porosity test	53
7.5 Galvanizing test	55
8 Type tests	57
8.1 Tests	57
8.2 Pressure test	59
8.3 Bending test	59
9 Sample tests	61
9.1 Tests for hollow insulators or hollow insulator bodies intended for general use	61
9.2 Tests for ceramic hollow insulators or hollow insulator bodies intended for use with permanent gas pressure	61
10 Routine tests	61
10.1 Tests for hollow insulators or hollow insulator bodies intended for general use	61
10.2 Tests for ceramic hollow insulators or hollow insulator bodies intended for use with permanent gas pressure	63
10.3 Routine visual inspection	63
10.4 Electrical routine test	65
10.5 Routine mechanical tests for hollow insulators or hollow insulator bodies intended for general use	67
10.6 Routine mechanical tests for ceramic hollow insulators or hollow insulator bodies intended for use with permanent gas pressure	69
10.7 Routine thermal shock test	71

11 Documentation.....	70
11.1 Marquage	70
11.2 Certificats	70
Annexe A (informative) Méthodes d'essais pour les tolérances de parallélisme, coaxialité, excentricité, déviation angulaire, flèche et angle d'aillette des isolateurs creux ou des corps d'isolateur creux	72
Annexe B (informative) Méthodes pour les essais de flexion sur corps d'isolateur creux	84
Annexe C (informative) Variante pour l'essai de variations brusques de température	90
Annexe D (informative) Moment fléchissant équivalent à la pression de calcul	92
Bibliographie	94
Figure 1 – Moments fléchissants	22
Figure 2 – Tolérance d'épaisseur de paroi.....	34
Figure 3 – Ecart de circularité des diamètres intérieur ou extérieur	36
Figure 4 – Effet de la flèche du corps d'isolateur creux	38
Figure 5 – Tolérance sur la hauteur du sablé et des talons d'extrémités.....	40
Figure 6 – Détermination de l'épaisseur ϕ mm pour l'essai de variations brusques de température	48
Figure A.1 – Mesure des tolérances de forme et de position	74
Figure A.2 – Mesurage du décalage angulaire des trous de fixation	74
Figure A.3 – Méthode de mesure de la flèche propre	76
Figure A.4 – Mesure de l'inclinaison de l'aillette.....	78
Figure A.5 – Centrage avec des vis à tige conique	78
Figure A.6 – Battement circulaire	80
Figure A.7 – Parallélisme et perpendicularité	80
Figure A.8 – Coaxialité et excentricité, planéité, alignement des trous de fixation, étanchement propre	82
Figure B.1 – Vérins d'essai pour moment de flexion uniforme.....	84
Figure B.2 – Vérins d'essai pour moment de flexion non uniforme.....	86
Figure B.3 – Méthode d'essai avec application d'une charge de flexion.....	88
Figure C.1 – Variante pour l'essai de variations brusques de température.....	90
Figure D.1 – Diamètres pour déterminer le moment fléchissant équivalent à la pression de calcul	92
Tableau 1 – Exemples typiques des combinaisons de charge et des facteurs de pondération.....	22
Tableau 2 – Isolateurs creux ou corps d'isolateur creux destinés à un usage général – Liste des essais de type, sur prélèvements et de routine.....	26
Tableau 3 – Isolateurs creux ou corps d'isolateur creux en céramique utilisés sous pression permanente de gaz – Liste des essais de type, sur prélèvements et de routine.....	28
Tableau 4 – Nombre de pièces à prélever pour les essais de prélèvement.....	30
Tableau 5 – Choix de l'écart de température pour l'essai de variations brusques de température	50
Tableau 6 – Choix de l'écart de température pour la variante d'essai de variations brusques de température	50
Tableau 7 – Choix de l'écart de température pour les isolateurs en verre recuit	52

11 Documentation.....	71
11.1 Marking	71
11.2 Records	71
Annex A (informative) Methods of testing for tolerances of parallelism, coaxiality, eccentricity, angular deviation, camber and shed angle of hollow insulators or hollow insulator bodies.....	73
Annex B (informative) Methods for bending tests of hollow insulator bodies	85
Annex C (informative) Alternative test method for the temperature-cycle test	91
Annex D (informative) Bending moment equivalent to the design pressure	93
Bibliography.....	95
Figure 1 – Bending moments.....	23
Figure 2 – Tolerance of wall thickness	35
Figure 3 – Deviation from roundness of inner or outer core diameter.....	37
Figure 4 – Effect of camber of the hollow insulator body.....	39
Figure 5 – Tolerance on height of sanding and porcelain chamfered end flange	41
Figure 6 – Definition of thickness ϕ mm for temperature-cycle test	49
Figure A.1 – Measuring of tolerances of form and position	75
Figure A.2 – Measuring of angular deviation of fixing holes	75
Figure A.3 – Method for measuring camber	77
Figure A.4 – Measuring shed angle	79
Figure A.5 – Centring with conical shank screws	79
Figure A.6 – Axial run-out	81
Figure A.7 – Parallelism and perpendicularity.....	81
Figure A.8 – Coaxiality and concentricity, evenness, alignment of fixing holes and proper sealing	83
Figure B.1 – Test ram for uniform distributed bending moment.....	85
Figure B.2 – Test ram for non-uniform distributed bending moment.....	87
Figure B.3 – Test method with bending load applied.....	89
Figure C.1 – Alternative test arrangement for the temperature-cycle test.....	91
Figure D.1 – Diameters for determining the equivalent bending moment to the design pressure.....	93
Table 1 – Typical examples of load combinations and weighting factors.....	23
Table 2 – Hollow insulators or hollow insulator bodies intended for general use – Relevant tests for type, sample and routine tests	27
Table 3 – Ceramic hollow insulators or hollow insulator bodies intended for use with permanent gas pressure – Relevant tests for type, sample and routine tests.....	29
Table 4 – Number of samples for sample tests	31
Table 5 – Selection of temperature difference for temperature cycle test.....	51
Table 6 – Selection of temperature difference for the alternative temperature-cycle test	51
Table 7 – Selection of temperature difference for insulators of annealed glass.....	53

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ISOLATEURS CREUX AVEC OU SANS PRESSION INTERNE, EN MATIÈRE CÉRAMIQUE OU EN VERRE, POUR UTILISATION DANS DES APPAREILLAGES PRÉVUS POUR DES TENSIONS NOMINALES SUPÉRIEURES À 1 000 V

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Électrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, spécifications techniques, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme Internationale CEI 62155 a été préparée par le sous-comité 36C: Isolateurs pour sous-stations, du comité d'études 36 de la CEI: Isolateurs.

Cette Norme Internationale annule et remplace la deuxième édition de la CEI 60233, publiée en 1974, et la deuxième édition de la CEI 61264, publiée en 1998, et constitue une révision technique de la CEI 60233.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
36C/143/FDIS	36C/145/RVD

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

Cette publication a été préparée selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2007. A cette date, la publication sera

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**HOLLOW PRESSURIZED AND UNPRESSURIZED CERAMIC
AND GLASS INSULATORS FOR USE IN ELECTRICAL EQUIPMENT
WITH RATED VOLTAGES GREATER THAN 1000 V**

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical specifications, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 62155 has been prepared by subcommittee 36C: Insulators for substations, of IEC technical committee 36: Insulators.

This International Standard cancels and replaces the second edition of IEC 60233, published in 1974, and the second edition of IEC 61264, published in 1998, and constitutes a technical revision of IEC 60233.

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

FDIS	Report on voting
36C/143/FDIS	36C/145/RVD

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

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2007. At this date, the publication will be

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

ISOLATEURS CREUX AVEC OU SANS PRESSION INTERNE, EN MATIÈRE CÉRAMIQUE OU EN VERRE, POUR UTILISATION DANS DES APPAREILLAGES PRÉVUS POUR DES TENSIONS NOMINALES SUPÉRIEURES À 1 000 V

1 Domaine d'application et objet

1.1 Généralités

La présente norme s'applique aux

- isolateurs creux en céramique et en verre destinés à un usage général dans l'appareillage électrique;
- isolateurs creux en céramique utilisés sous pression permanente de gaz pour les disjoncteurs ou transformateurs de mesure.

Ces isolateurs sont destinés à être utilisés à l'intérieur ou à l'extérieur pour des appareils électriques fonctionnant en courant alternatif avec une tension nominale supérieure à 1 000 V et une fréquence de 100 Hz au maximum, ou dans des appareils à courant continu avec une tension nominale supérieure à 1 500 V.

Les isolateurs creux sont destinés à être utilisés dans des appareils électriques, par exemple des

- disjoncteurs,
- interrupteurs-sectionneurs,
- sectionneurs,
- sectionneurs de terre,
- transformateurs de mesure,
- parafoudres,
- traversées,
- extrémités de câble,
- enveloppes contenant des résistances insérées.

La présente norme n'a pas pour objet de prescrire des essais diélectriques car les tensions de tenue ne sont pas caractéristiques de l'isolateur creux lui-même mais de l'appareil dont, ultimement, il fait partie.

1.2 Isolateurs creux ou corps d'isolateur creux destinés à un usage général

Isolateurs creux ou corps d'isolateur creux en céramique ou en verre destinés à un usage général

- sans pression;
- avec pression permanente ≤ 50 kPa;
- avec pression permanente > 50 kPa en combinaison avec un volume intérieur < 1 l (1 000 cm³);
- avec pression hydraulique permanente.

HOLLOW PRESSURIZED AND UNPRESSURIZED CERAMIC AND GLASS INSULATORS FOR USE IN ELECTRICAL EQUIPMENT WITH RATED VOLTAGES GREATER THAN 1 000 V

1 Scope and object

1.1 General

This standard is applicable to

- ceramic and glass hollow insulators intended for general use in electrical equipment;
- ceramic hollow insulators intended for use with a permanent gas pressure in switchgear and controlgear.

These insulators are intended for indoor and outdoor use in electrical equipment, operating on alternating current with a rated voltage greater than 1 000 V and a frequency not greater than 100 Hz or for use in direct-current equipment with a rated voltage of greater than 1 500 V.

The hollow insulators are intended for use in electrical equipment, for example:

- circuit-breakers,
- switch-disconnectors,
- disconnectors,
- earthing switches,
- instrument transformers,
- surge arresters,
- bushings,
- cable sealing ends,
- capacitors.

It is not the object of this standard to prescribe dielectric type tests because the withstand voltages are not characteristics of the hollow insulator itself but of the apparatus of which it ultimately forms a part.

1.2 Hollow insulators or hollow insulator bodies intended for general use

Hollow insulators or insulator bodies of ceramic material or glass, intended for use

- without pressure;
- with permanent pressure ≤ 50 kPa gauge;
- with permanent gas pressure > 50 kPa gauge in combination with an internal volume < 1 l (1 000 cm³);
- with permanent hydraulic pressure.

L'objet de cette norme est de définir

- les termes utilisés;
- les caractéristiques mécaniques et dimensionnelles d'isolateurs creux et de corps d'isolateur creux;
- l'intégrité diélectrique de la paroi;
- les conditions selon lesquelles les valeurs spécifiées sont vérifiées;
- les méthodes d'essais;
- les critères d'acceptation.

1.3 Isolateurs creux en céramique utilisés sous pression permanente de gaz

Isolateurs creux ou corps d'isolateur creux munis de leur fixation destinés à une utilisation sous pression permanente de gaz: pression permanente >50 kPa relatif, et volume interne ≥ 1 l (1000 cm³).

NOTE 1 Le gaz peut être de l'air comprimé, du gaz inerte, par exemple SF₆ ou de l'azote ou un mélange de ces gaz.

L'objet de cette norme est de définir

- les termes utilisés;
- les caractéristiques mécaniques et dimensionnelles d'isolateurs creux et de corps d'isolateur creux;
- l'intégrité diélectrique de la paroi;
- les conditions selon lesquelles les valeurs spécifiées sont vérifiées;
- les méthodes d'essais;
- les critères d'acceptation;
- les règles de conception;
- des procédures et des valeurs d'essai.

NOTE 2 Les isolateurs creux ou corps d'isolateur creux sont généralement destinés à de l'appareillage qui est essayé suivant les essais de type exigés par la norme de matériel.

2 Références normatives

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

CEI 60672-3:1997, *Matériaux isolants à base de céramique ou de verre – Partie 3: Spécifications pour matériaux particuliers*

CEI 60694:1996, *Spécifications communes aux normes de l'appareillage à haute tension*

CEI 60865-1:1993, *Courants de court-circuit – Calcul des effets – Partie 1: Définitions et méthodes de calcul*

CEI 61166:1993, *Disjoncteurs à courant alternatif à haute tension – Guide pour la qualification sismique des disjoncteurs à courant alternatif à haute tension*

CEI 61463:1996, *Traversées – Qualification sismique*

The object of this standard is to define

- the terms used;
- the mechanical and dimensional characteristics of hollow insulators and hollow insulator bodies;
- the electrical soundness of the wall;
- the conditions under which the specified values of these characteristics are verified;
- the methods of test;
- the acceptance criteria.

1.3 Ceramic hollow insulators intended for use with permanent gas pressure

Hollow insulators or hollow insulator bodies with their fixing devices, intended for use with permanent gas pressure: permanent gas pressure >50 kPa gauge in combination with an internal volume $\geq 1 \text{ l}$ (1 000 cm³).

NOTE 1 The gas can be dry air, inert gases, for example, SF₆ or nitrogen or a mixture of such gases.

The object of this standard is to define

- the terms used;
- the mechanical and dimensional characteristics of hollow insulators and hollow insulator bodies;
- the electrical soundness of the wall;
- the conditions under which the specified values of these characteristics are verified;
- the methods of test;
- the acceptance criteria;
- design rules;
- test procedures and test values.

NOTE 2 Hollow insulators or hollow insulator bodies are usually integrated into electrical equipment which is electrically type tested as required by the equipment standard.

2 Normative references

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

IEC 60672-3:1997, *Ceramic and glass insulating materials – Part 3: Specifications for individual materials*

IEC 60694:1996, *Common specifications for high-voltage switchgear and controlgear standards*

IEC 60865-1:1993, *Short-circuit currents – Calculation of effects – Part 1: Definitions and calculation methods*

IEC 61166:1993, *High-voltage alternating current circuit-breakers – Guide for seismic qualification of high-voltage alternating current circuit-breakers*

IEC 61463:1996, *Bushings – Seismic qualification*

CEI 62271-100:2001, *Appareillage à haute tension – Partie 100: Disjoncteurs à courant alternatif à haute tension*

ISO 1460:1992, *Revêtements métalliques – Revêtements de galvanisation à chaud sur métaux ferreux – Détermination gravimétrique de la masse par unité de surface*

ISO 1461:1999, *Revêtement par galvanisation à chaud sur produits finis ferreux – Spécifications et méthodes d'essai*

ISO 1463:1982, *Revêtements métalliques et couches d'oxyde – Mesurage de l'épaisseur – Méthode par coupe micrographique*

ISO 2064:1996, *Revêtements métalliques et autres revêtements inorganiques – Définitions et principes concernant le mesurage de l'épaisseur*

ISO 2178:1982, *Revêtements métalliques non magnétiques sur métal de base magnétique – Mesurage de l'épaisseur du revêtement – Méthode magnétique*

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

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les définitions suivantes s'appliquent.

NOTE Parmi les définitions citées ci-dessous, certaines sont tirées de la CEI 60050(471), modifiées ou non.

3.1

corps d'isolateur creux

pièce isolante creuse ouverte de part en part, munie ou non d'ailettes, mais ne comprenant ni dispositif de fixation ni armature métallique

3.2

isolateur creux

pièce isolante creuse ouverte de part en part, munie ou non d'ailettes, et comprenant des dispositifs de fixation ou des armatures métalliques

[VEI 471-01-17, modifiée]

NOTE Ce terme général couvre aussi les définitions 3.4, 3.5 et 3.6.

3.3

dispositif de fixation

armature métallique

dispositif faisant partie de l'isolateur creux, servant à fixer celui-ci à un support ou à un élément d'équipement ou à une autre enveloppe isolante

NOTE Lorsque le dispositif de fixation est métallique, l'appellation «armature métallique» est aussi utilisée.

[VEI 471-01-02, modifiée]

3.4

support isolant creux

élément de support isolant creux unique ou assemblage d'éléments de support isolant creux servant à la fixation rigide d'une pièce sous tension qui doit être isolée de la terre ou d'une autre pièce sous tension

IEC 62271-100:2001, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 100: High-voltage alternating-current circuit-breakers*

ISO 1460:1992, *Metallic coatings – Hot dip galvanized coatings on ferrous metals – Gravimetric determination of the mass per unit area*

ISO 1461:1999, *Hot dip galvanized coatings on fabricated iron and steel articles – Specifications and test methods*

ISO 1463:1982, *Metal and oxide coatings – Measurement of coating thickness – Microscopical method*

ISO 2064:1996, *Metallic and other inorganic coatings – Definitions and conventions concerning the measurement of thickness*

ISO 2178:1982, *Non-magnetic coatings on magnetic substrates – Measurement of coating thickness – Magnetic method*

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

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following definitions apply.

NOTE Some of the definitions cited below are taken from IEC 60050(471), modified or unmodified.

3.1

hollow insulator body

hollow insulating body, which is open from end to end, with or without sheds, not including the fixing devices or end fittings

3.2

hollow insulator

hollow insulating part, which is open from end to end, with or without sheds, including the fixing devices or end fittings

[IEV 471-01-17, modified]

NOTE This is a general term which also covers the definitions 3.4, 3.5 and 3.6.

3.3

fixing device end fitting

device forming part of a hollow insulator, intended to connect it to a supporting structure or to an item of equipment, or to another insulator

NOTE Where the fixing device is metallic, the term “metal fitting” is also used.

[IEV 471-01-02, modified]

3.4

hollow post insulator

hollow post insulator, which consists of one hollow post insulator unit or an assembly of more units and is intended to give support to a live part, which is to be insulated from earth or from another live part

3.5

élément de support isolant creux

assemblage permanent d'un corps d'enveloppe isolante avec des dispositifs de fixation, destiné à servir de support rigide

3.6

chambre isolante

isolateur creux utilisé comme contenant

EXEMPLE Isolateur de la chambre d'extinction d'un disjoncteur.

3.7

traversée

dispositif servant à faire passer un ou plusieurs conducteurs à travers une paroi telle qu'une cloison ou une cuve, en isolant le ou les conducteurs de cette paroi

[VEI 471-02-01, modifiée]

NOTE Les moyens de fixation (bride ou autre dispositif) sur la paroi font partie de la traversée.

3.8

perforation

décharge disruptive à travers la matière isolante solide de l'isolateur qui entraîne la perte définitive de la rigidité diélectrique

[VEI 471-01-11]

3.9

ligne de fuite

plus courte distance le long de la surface externe d'un isolateur entre deux parties conductrices

[VEI 471-01-08, modifiée]

NOTE 1 La surface du ciment ou de toute autre matière non isolante formant des joints est considérée comme ne faisant pas partie de la ligne de fuite.

NOTE 2 Si un revêtement à haute résistance électrique est appliqué sur des parties de la surface d'un isolateur, ces parties sont considérées comme étant des surfaces isolantes effectives et la distance le long de ces parties est incluse dans la ligne de fuite.

NOTE 3 La résistivité superficielle de ces revêtements à haute résistance est généralement de l'ordre de $10^6 \Omega$ mais peut descendre à $10^5 \Omega$.

NOTE 4 Si des revêtements à haute résistance électrique sont appliqués sur toute la surface de l'isolateur (il prend alors le nom d'isolateur stabilisé), il convient que les questions de résistivité superficielle et de ligne de fuite fassent l'objet d'un accord entre l'acheteur et le fabricant.

3.10

caractéristique spécifiée

– valeur numérique d'une tension ou d'une charge mécanique, ou de toute autre caractéristique spécifiée dans une norme CEI,

ou

– valeur de toute caractéristique fixée d'un commun accord entre le fabricant et l'acheteur

3.11

moment de tenue à la flexion

moment de flexion spécifié et vérifié lors d'un essai de type lorsque l'isolateur creux est essayé dans les conditions de charge prescrites

NOTE Pour un isolateur creux sous pression, le calcul sur les différents cas de charge est défini en 5.2.

3.12

charge de rupture mécanique

charge maximale atteinte lorsque l'isolateur creux ou le corps d'isolateur creux est essayé dans les conditions d'essai prescrites

3.5**hollow post insulator unit**

hollow post insulator unit, which consists of a permanent assembly of a hollow insulating body with fixing devices and is intended to give support

3.6**chamber insulator**

hollow insulator, which is used as a housing

EXAMPLE Arc extinction chamber of a circuit-breaker.

3.7**bushing**

device that enables one or several conductors to pass through a partition such as a wall or tank and insulates the conductors from it

[IEV 471-02-01, modified]

NOTE The means of attachment (flange or other fixing device) to the partition forms part of the bushing.

3.8**puncture**

disruptive discharge passing through the solid insulating material of the insulator which produces a permanent loss of dielectric strength

[IEV 471-01-11]

3.9**creepage distance**

shortest distance along the external surface of an insulator between two conductive parts

[IEV 471-01-08, modified]

NOTE 1 The surface of cement, or of other non-insulating jointing material, is not considered as forming part of the creepage distance.

NOTE 2 If a high-resistance coating is applied to parts of the surface of an insulator, such parts are considered to be effective insulating surfaces, and the distance over them is included in the creepage distance.

NOTE 3 The surface resistivity of such high-resistance coatings is usually about $10^6 \Omega$ but may be as low as $10^8 \Omega$.

NOTE 4 If high-resistance coatings are applied to the whole surface of an insulator (the so-called stabilized insulator), the questions of surface resistivity and creepage distance should be subject to agreement between the purchaser and the manufacturer.

3.10**specified characteristic**

- either the numeric value of a voltage, of a mechanical load, or any other characteristic specified in an IEC standard,
- or the numeric value of any such characteristic agreed between the purchaser and the manufacturer

3.11**withstand bending moment**

withstand bending moment verified in a type test, which is based on load conditions specified for the hollow insulator

NOTE For a pressurized hollow insulator, it is based on the load conditions specified in 5.2.

3.12**mechanical failing load**

maximum load reached when a hollow insulator or hollow insulator body is tested under the prescribed conditions of test

3.13

pression de calcul de conception

pression au moins égale à la pression différentielle maximale entre l'intérieur et l'extérieur de l'isolateur creux atteinte en service à la température de calcul

3.14

température de calcul de conception

température maximale pouvant être atteinte, dans les conditions de service, à l'intérieur de l'isolateur creux

NOTE C'est généralement la température maximale de l'air ambiant augmentée de l'échauffement dû au passage du courant assigné en service continu et aux pertes diélectriques, le cas échéant.

3.15

fabricant

organisation qui produit les isolateurs creux ou les corps d'isolateur creux

3.16

fabricant de l'appareil

personne ou organisation qui produit l'appareil électrique utilisant les isolateurs creux ou les corps d'isolateur creux

3.17

parallélisme des faces d'extrémité

différence maximale dans la hauteur d'une enveloppe isolante mesurée entre les surfaces des armatures métalliques ou les surfaces du corps d'isolateur creux à chaque extrémité

3.18

excentricité

déplacement perpendiculaire à l'axe de l'isolateur creux entre les centres des cercles primitifs des trous de fixation des armatures métalliques du haut et du bas

3.19

battement circulaire

déplacement relatif axial de chaque point situé sur les faces d'extrémités de l'isolateur, mesuré au cours d'une révolution complète autour de l'axe de l'isolateur (voir Figure A.6)

3.20

déviations angulaires des trous de fixation

déplacement angulaire, exprimé en un angle, entre les trous de fixation dans les armatures métalliques en vis-à-vis, en haut et en bas d'un isolateur creux

3.21

flèche d'un isolateur

distance maximale entre l'axe théorique de l'isolateur et la ligne courbe passant par les centres des sections transversales de l'isolateur non chargé

[VEI 471-01-19]

3.22

lot

groupe d'isolateurs creux ou corps d'isolateur creux offert pour acceptation en provenance d'un même fabricant, d'une même conception et fabriqué selon les mêmes conditions de production

NOTE Un ou plusieurs lots peuvent être offerts pour acceptation; le ou les lots offerts peuvent être constitués de tout ou partie de la quantité commandée.

3.13**design pressure**

upper limit at least of differential pressure reached between the interior and exterior of the hollow insulator during operation at the design temperature

3.14**design temperature**

highest temperature reached inside the hollow insulator which can occur under service conditions

NOTE This is generally the upper limit of ambient air temperature increased by the temperature rise due to the flow of the rated normal current, and to dielectric losses, if any.

3.15**manufacturer**

organization that produces the hollow insulators or hollow insulator bodies

3.16**equipment manufacturer**

individual or organization which produces the electrical equipment utilizing the hollow insulators or hollow insulator bodies

3.17**parallelism of the end faces**

maximum difference in the height of a hollow insulator measured across the surfaces of the end fittings or the surfaces of the hollow insulator body

3.18**eccentricity**

displacement, perpendicular to the axis of the hollow insulator, between the centres of the pitch circles of the fixing holes in the top and bottom metal fittings

3.19**axial run-out**

relative axial displacement of the end faces of the insulator measured during one revolution (see Figure A.6)

3.20**angular deviation of the fixing holes**

rotational displacement, expressed as an angle, between corresponding fixing holes in the end fittings at the top and bottom of a hollow insulator

3.21**camber of an insulator**

maximum distance between the theoretical axis of an insulator and the curved line being the locus of the centres of all the transverse cross-sections of the unloaded insulator

[IEV 471-01-19]

3.22**lot**

group of hollow insulators or hollow insulator bodies offered for acceptance from the same manufacturer, of the same design and manufactured under similar conditions of production

NOTE One or more lots may be offered together for acceptance; the lot(s) offered may consist of the whole, or part, of the quantity ordered.

4 Matériaux isolants

Les matériaux isolants des corps isolants creux destinés à l'usage général (voir 1.2) couverts par cette norme sont les suivants:

- matériau céramique, porcelaine;
- verre recuit, avec traitement thermique ayant pour but d'annuler les contraintes résiduelles liées au traitement thermique;
- verre trempé, avec traitement thermique ayant pour but d'induire les contraintes résiduelles internes liées au traitement thermique.

Les matériaux isolants des corps d'isolateur creux utilisés sous pression permanente de gaz (voir 1.3) couverts par cette norme sont les suivants:

- matériau céramique conforme par ses caractéristiques à la CEI 60672-3, groupe C-100 et C-200.

NOTE 1 Pour plus d'informations sur la définition et la classification des céramiques et des matériaux à base de verre, se reporter aux publications CEI; voir [4]¹.

NOTE 2 Le terme «matériau céramique» est utilisé dans cette norme comme terme générique pour désigner les matériaux de porcelaine, et, contrairement à la pratique en vigueur en Amérique du Nord, n'inclut pas le verre.

5 Recommandations générales pour la conception

5.1 Recommandations générales pour la conception des isolateurs creux ou corps d'isolateur creux destinés à un usage général

Les règles de conception spécifiques ne sont pas prescrites puisque que les caractéristiques de l'isolateur sont déterminées par l'utilisation finale sur l'appareillage (voir 1.2).

5.2 Règles de conception des isolateurs creux ou corps d'isolateur creux utilisés sous pression permanente de gaz

5.2.1 Objet

Les règles de conception d'isolateurs creux sous pression de gaz pour appareils à haute tension prescrites dans le présent article tiennent compte du fait que ces isolateurs creux sont soumis à des conditions d'exploitation particulières qui les distinguent des récepteurs d'air comprimé et autres réservoirs de stockage similaires (voir 1.3).

5.2.2 Règles de conception

Lors de la conception d'isolateurs creux, on doit tenir compte des points suivants.

- Les écarts et les tolérances de forme: circularité, battement, flèche, parallélisme, coaxialité, planéité, différences d'épaisseur des parois, décalage angulaire et axial des trous de fixation doivent dépendre des pièces à monter à l'intérieur de l'enveloppe.
- On doit tenir compte de l'influence possible des contraintes électriques, des contraintes mécaniques et des problèmes technologiques de fabrication, mais, du fait de la complexité de ce sujet, aucun guide définitif ne peut être donné.
- Un choix critique des matériaux est également nécessaire pour le scellement et les armatures métalliques. Les caractéristiques de la céramique doivent être conformes à la CEI 60672-3, groupes C-100 et C-200.

¹ Les chiffres entre crochets renvoient à la bibliographie.

4 Insulating materials

The insulating materials of hollow insulator bodies intended for general use (see 1.2) covered by this standard are:

- ceramic material, porcelain;
- annealed glass, being glass in which the mechanical stresses have been relaxed by thermal treatment;
- toughened glass, being glass in which controlled mechanical stresses have been induced by thermal treatment.

The insulating materials of hollow insulator bodies intended for use with permanent gas pressure (see 1.3) covered by this standard are:

- ceramic material complying in its characteristics with IEC 60672-3, group C-100 and C-200.

NOTE 1 Further information on the definition and classification of ceramic and glass insulating materials can be found in other IEC publications (see [4]¹).

NOTE 2 The term “ceramic material” is used in this standard to refer to porcelain materials and, contrary to North American practice, does not include glass.

5 General recommendations for design

5.1 General recommendations for design of hollow insulators and hollow insulator bodies intended for general use

Specific design rules are not prescribed since the requirements are a function of the equipment application (see 1.2).

5.2 Design rules for hollow insulators and hollow insulator bodies for use with permanent gas pressure

5.2.1 Purpose

The rules for the design of gas-pressurized hollow insulators for high-voltage equipment prescribed in this clause take into account that these hollow insulators are subjected to particular operating conditions which distinguish them from compressed air receivers and other similar storage vessels (see 1.3).

5.2.2 Rules for design

When designing hollow insulators, the following points shall be taken into consideration.

- Deviations and tolerances of profile: circularity, run-out, camber, parallelism, coaxiality, evenness, differences in wall thickness, and angular and radial position of fixing holes shall all take account of the parts to be fitted inside.
- It shall be considered that electrical strength, mechanical strength and technological problems may influence the real construction, but, due to the complexity of this subject, no definitive guide can be given.
- A critical selection of materials for cementing and fittings is also necessary. The ceramic material shall comply in its characteristics with IEC 60672-3, group C-100 and C-200.

¹ Figures in square brackets refer to the bibliography.

- Un type d'enveloppe isolante sous pression ne peut être considéré comme convenant à l'usage auquel il est destiné qu'après que l'appareil électrique dont il doit faire partie a subi avec succès tous les essais de type prévus par les normes particulières auxquelles il faut que cet appareil soit conforme.

5.2.3 Détermination de la pression de calcul

La pression de calcul doit être la différence entre la pression absolue maximale, quand l'appareil (dont l'isolateur creux fait partie) achemine son courant normal assigné à la température ambiante maximale, et la pression extérieure.

La pression absolue maximale du gaz à l'intérieur de l'isolateur creux doit être déterminée par le fabricant de l'appareil.

NOTE Dans certains cas spéciaux (par exemple disjoncteurs), il convient de prendre en compte l'augmentation de pression intervenant après une coupure.

5.2.4 Détermination de la température de conception

Le fabricant de l'appareil doit déterminer cette valeur en tenant compte de 3.14.

Le rayonnement solaire doit être pris en compte.

5.2.5 Détermination du moment fléchissant tenu à l'essai de type

Les facteurs suivants susceptibles d'agir sur un appareil électrique peuvent tous contribuer à la contrainte sous flexion: la pesanteur, la pression interne, les efforts mécaniques sur les bornes, les efforts électrodynamiques de court-circuit, les efforts dus aux dépôts de glace, les efforts de manœuvre, les efforts dus au vent, les efforts dus aux séismes (voir Tableau 1).

Les valeurs nécessaires au calcul des différentes charges doivent être déterminées d'après les sources suivantes:

- | | |
|---|--|
| – efforts mécaniques sur les bornes: | 6.101.6.1 de la CEI 62271-100 |
| – efforts dus au vent: | 6.101.6.1 de la CEI 62271-100
et 2.1.2 de la CEI 60694 |
| – efforts dus aux dépôts de glace: | 6.101.6.1 de la CEI 62271-100
et 2.1.2 de la CEI 60694 |
| – efforts électrodynamiques de court-circuit: | d'après le courant de court-circuit assigné
de l'appareil (section 2 de la CEI 60865-1) |
| – efforts dus aux séismes: | 8.1 de la CEI 61166
et 10.1 de la CEI 61463 |
| – charges d'exploitation: | valeurs en fonction de la conception de
l'appareil |

Les différentes combinaisons indiquées au Tableau 1 représentent des cas typiques à prendre en compte lors de la conception. La colonne 1 du Tableau 1 couvre le cas des charges couramment supportées, et il lui est assigné un facteur de sécurité de 2,1 pour l'essai de flexion.

Les trois colonnes suivantes couvrent des cas extrêmes se produisant rarement, et il leur est assigné un facteur de sécurité de 1,2 pour l'essai de flexion, et de 1,0 pour les contraintes sismiques.

Le cas des charges applicable le plus sévère doit être retenu pour déterminer la contrainte sous flexion à tenir pendant l'essai.

- An insulating pressurized enclosure may be considered as appropriate for its intended use only after the electrical equipment of which it is a part has satisfactorily passed the type tests provided for by the particular standards with which this equipment must comply.

5.2.3 Determination of the design pressure

The design pressure shall be the difference between the maximum absolute pressure, when the equipment (of which the hollow insulator is a part) is carrying its rated normal current at maximum ambient temperature and the outside pressure.

The maximum absolute pressure of the gas inside the hollow insulator shall be determined by the equipment manufacturer.

NOTE In some special cases (for example, circuit-breakers), the pressure rise occurring after a breaking operation should be taken into account.

5.2.4 Determination of the design temperature

The equipment manufacturer shall determine this value taking account of 3.14.

Solar radiation shall be taken into account.

5.2.5 Determination of the type-test withstand bending moment

The following factors may all contribute to the bending stress that may occur in electrical equipment: mass, internal pressure, terminal loads, short-circuit loads, ice loads, operating loads, wind loads, seismic loads (see Table 1).

The following sources shall be used for determining the values necessary for calculating the relevant loads:

- terminal loads: 6.101.6.1 of IEC 62271-100
- wind loads: 6.101.6.1 of IEC 62271-100 and 2.1.2 of IEC 60694
- ice loads: 6.101.6.1 of IEC 62271-100 and 2.1.2 of IEC 60694
- short-circuit loads: determined from the rated short-circuit level of the equipment (section 2 of IEC 60865-1)
- seismic loads: 8.1 of IEC 61166 and 10.1 of IEC 61463
- operating loads: values depending on design of equipment

The alternative combinations detailed in Table 1 are typical examples of load combinations that must be considered in design. Column 1 of Table 1 covers the routinely expected loads and has been assigned a safety factor of 2,1 for the type-test bending stress.

The three other conditions covering rarely occurring extreme loads have been assigned safety factors of 1,2 for the type-test bending stress, and for seismic stresses a safety factor of 1,0.

The most onerous of the applicable alternatives shall be used to determine the test withstand bending stress.

Le moment fléchissant tenu d'essai de type peut ensuite être déduit de la contrainte sous flexion à tenir pendant l'essai.

Tableau 1 – Exemples typiques des combinaisons de charge et des facteurs de pondération

Charges	Charges couramment supportées	Charges extrêmes rarement supportées		
		Cas 1 Efforts électro-dynamiques de court-circuit	Cas 2 Efforts dus aux dépôts de glace	Cas 3 Efforts dus aux séismes
Pression de calcul ^a	100 %	100 %	100 %	100 %
Pesanteur	100 %	100 %	100 %	100 %
Efforts mécaniques assignés sur les bornes	100 %	50 %	0 %	70 %
Pression du vent	30 %	100 %	0 %	10 %
Efforts électrodynamiques de court-circuit	0 %	100 %	0 %	0 %
Efforts dus aux dépôts de glace	0 %	0 %	100 %	0 %
Efforts dus aux séismes	0 %	0 %	0 %	100 %
Facteur de sécurité	2,1	1,2	1,2	1,0
NOTE Pour les détails, voir la CEI 62271-100, la CEI 60694, la CEI 60865-1, la CEI 61166 et la CEI 61463.				
^a Voir Annexe D.				

La Figure 1 montre la relation entre les valeurs d'essai et les valeurs d'utilisation du moment fléchissant de l'isolateur creux.

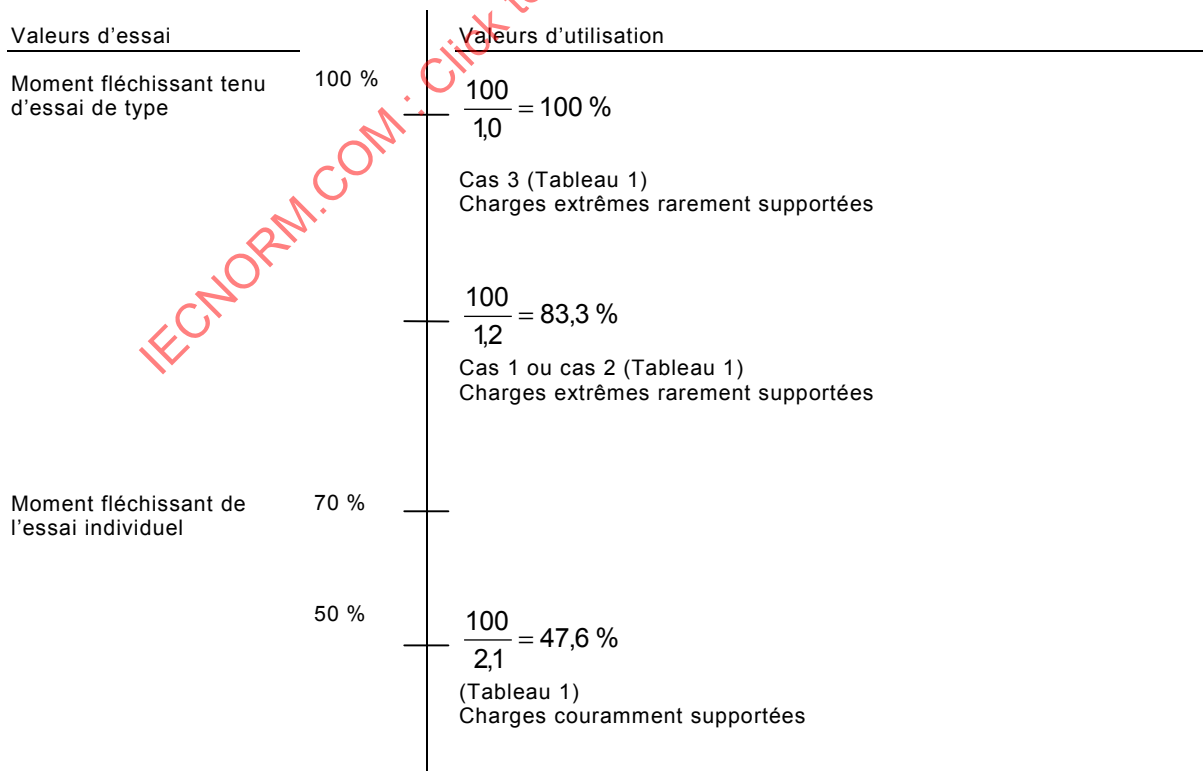


Figure 1 – Moments fléchissants

From the test withstand bending stress, the test withstand bending moment can be calculated.

Table 1 – Typical examples of load combinations and weighting factors

Loads	Stress from routinely expected loads	Stress from rarely occurring extreme loads		
		Alternative 1 Short-circuit load	Alternative 2 Ice load	Alternative 3 Seismic load
Design pressure ^a	100 %	100 %	100 %	100 %
Mass	100 %	100 %	100 %	100 %
Rated terminal load	100 %	50 %	0 %	70 %
Wind pressure	30 %	100 %	0 %	10 %
Short-circuit load	0 %	100 %	0 %	0 %
Ice load	0 %	0 %	100 %	0 %
Seismic load	0 %	0 %	0 %	100 %
Safety factor	2,1	1,2	1,2	1,0
NOTE For details see IEC 62271-100, IEC 60694, IEC 60865-1, IEC 61166 and IEC 61463.				
^a See Annex D.				

Figure 1 shows the relation between the testing values and the utilization values for the bending moment of a hollow insulator.

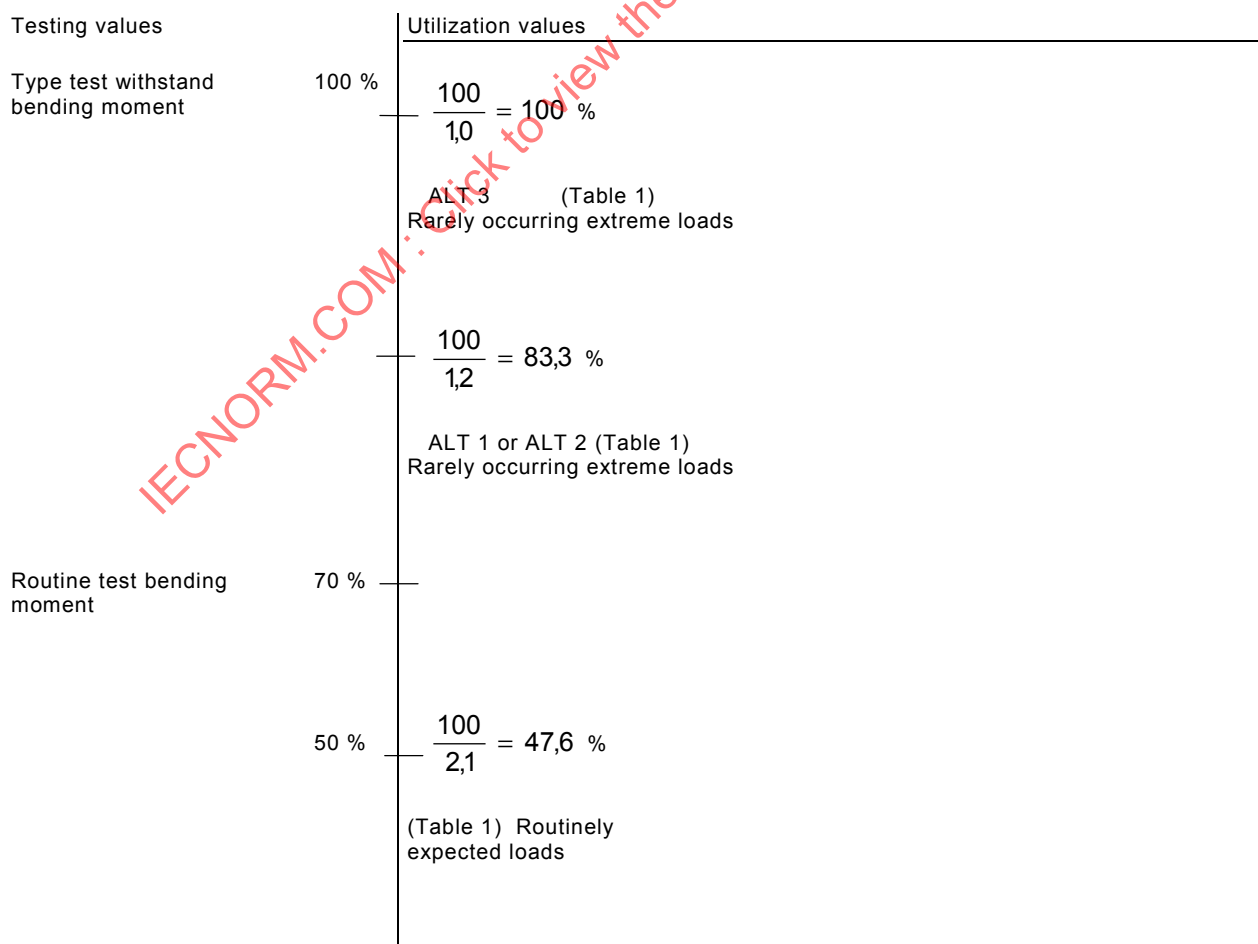


Figure 1 – Bending moments

6 Classification des essais, procédures et règles de prélèvement

6.1 Classification des essais

Les essais sont répartis en trois groupes, comme suit.

- a) Essais de type
- b) Essais sur prélèvement
- c) Essais individuels

6.1.1 Essais de type

Ces essais sont destinés à vérifier les principales caractéristiques de l'isolateur creux et/ou corps d'isolateur creux qui dépendent surtout de sa conception. Ils sont en général effectués sur un isolateur creux et/ou un corps d'isolateur creux, et seulement une fois lors d'une nouvelle conception ou d'un nouveau procédé de production. Ils ne doivent être refaits que lorsque le dessin ou le matériau ou le mode de fabrication est changé. Quand le changement affecte uniquement certaines caractéristiques, il est nécessaire de ne répéter que le ou les essais relatifs à ces dernières. Cependant, il n'est pas nécessaire de réaliser tous les essais de type sur une nouvelle conception d'isolateur creux et/ou corps d'isolateur creux si un procès-verbal d'essais est disponible pour un isolateur creux et/ou corps d'isolateur creux de conception mécanique équivalente. On parlera de conception mécanique équivalente lorsque l'isolateur creux et/ou corps d'isolateur creux provient de fabrication et de conception identiques, avec les caractéristiques suivantes:

- les diamètres intérieur et extérieur sur fût sont les mêmes;
- la conception de la liaison entre la partie isolante et les parties métalliques est la même;
- la forme et la taille des zones d'assemblage des parties métalliques aux parties isolantes sont les mêmes;
- la hauteur nominale ne diffère pas de plus de $\pm 20 \%$.

NOTE 1 Puisqu'il convient que tous les facteurs (matériaux, procédé de fabrication et dimensions) qui ont une incidence sur la tenue mécanique de l'isolateur creux ou du corps d'isolateur creux soient les mêmes pour qu'il y ait équivalence mécanique, les valeurs du moment de flexion, de la traction, de la torsion seront donc les mêmes pour tous les isolateurs creux ou corps d'isolateur creux de conception mécanique équivalente, par lesquels ils sont représentés.

NOTE 2 Quand la notion de conception mécanique équivalente s'applique, il peut être nécessaire de prendre en compte les différences sur le diamètre extérieur nominal, dues au changement de profondeur ou de pas d'ailette.

Les essais de type doivent être réalisés sur des isolateurs creux et/ou corps d'isolateur creux qui ont passé tous les essais de routine. Lorsque des isolateurs d'un lot ont subi les essais de type, ces résultats doivent être considérés comme essai de prélèvement pour le lot considéré.

6.1.2 Essais sur prélèvement

Ces essais sont destinés à vérifier les caractéristiques de l'isolateur creux et/ou corps d'isolateur creux qui dépendent de la qualité de la fabrication et des composants de l'isolateur creux et/ou corps d'isolateur creux. Ils sont effectués pour acceptation du lot sur des isolateurs creux et/ou corps d'isolateur creux prélevés au hasard dans des lots qui ont subi préalablement les essais de routine.

6.1.3 Essais de routine

Ces essais sont destinés à éliminer les pièces qui représenteraient des défauts de fabrication. Ils sont effectués sur chaque isolateur creux et/ou corps d'isolateur creux.

6 Classification of the tests, sampling rules and procedures

6.1 Classification of the tests

The tests are divided into three groups as follows.

- a) Type tests
- b) Sample tests
- c) Routine tests

6.1.1 Type tests

The type tests are intended to verify the main characteristics of a hollow insulator and/or a hollow insulator body, which depend mainly on its design. They are usually carried out on one hollow insulator and/or hollow insulator body, and only once for a new design or manufacturing process, and then subsequently repeated only when the design, material or manufacturing process is changed; when the change only affects certain characteristics, only the test(s) relevant to those characteristics need to be repeated. Moreover, it is not necessary to perform all the type tests on a new design of hollow insulator and/or hollow insulator body if a test report is available for a hollow insulator and/or hollow insulator body of mechanically equivalent design. A mechanically equivalent design is the hollow insulator or hollow insulator body having identical manufacturing and design parameters, and having the following characteristics:

- the internal and external core diameters are the same;
- the design of the connection between the insulating component and the end fitting is the same;
- the shape and size of the parts of the end fittings which connect to the insulating components are the same;
- the nominal height does not differ by more than $\pm 20\%$.

NOTE 1 Since all factors (materials, manufacturing process, and dimensions) which influence the mechanical strength of hollow insulators or hollow insulator bodies should be the same for mechanical equivalence, the value of the bending moment strength, the tensile strength, and the torsional strength will then be the same as those for hollow insulators or hollow insulator bodies of mechanically equivalent designs, by which they are represented.

NOTE 2 When establishing mechanical equivalence of design, the effect of a significant difference in nominal external diameter due to change of shed overhang and of shed spacing may need to be considered.

The type tests shall be carried out on hollow insulators and/or hollow insulator bodies which meet the requirements of all the routine tests. When the insulators for type tests are taken from a lot offered for acceptance, they shall also serve as sample tests for that lot.

6.1.2 Sample tests

The sample tests are carried out to verify the characteristics of a hollow insulator and/or hollow insulator body, which can vary with the manufacturing process and the quality of the component materials of the hollow insulator and/or hollow insulator body. Sample tests are used as acceptance tests on a sample of hollow insulators and/or hollow insulator bodies, taken at random from a lot which has met the requirements of the relevant routine tests.

6.1.3 Routine tests

The routine tests are intended to eliminate defective units and are carried out during the manufacturing process. Routine tests shall be carried out on each hollow insulator and/or hollow insulator body.

6.2 Liste des essais de type, sur prélèvements et de routine

Tous les isolateurs creux ou corps d'isolateur creux destinés à un usage général doivent être testés selon la liste des essais du Tableau 2.

Tous les isolateurs creux ou corps d'isolateur creux utilisés sous pression permanente de gaz doivent être testés selon la liste des essais du Tableau 3.

La série des essais à réaliser doit vérifier les caractéristiques des isolateurs creux ou corps d'isolateur creux qui sont spécifiées sur le plan. D'un commun accord entre le fabricant et l'acheteur, d'autres essais que ceux spécifiés peuvent être effectués.

Des essais de routine additionnels, comme la vérification des dimensions (7.1) et les essais mécaniques (10.5) peuvent être effectués, après accord entre le fabricant et l'acheteur.

Tableau 2 – Isolateurs creux ou corps d'isolateur creux destinés à un usage général – Liste des essais de type, sur prélèvements et de routine

Essais	Essais décrits au Paragraphe	Essais de type à l'Article 8	Essais de prélèvement à l'Article 9	Essais de routine à l'Article 10
Vérification des dimensions et mesure de la rugosité des surfaces meulées	7.1	–	x	–
Essai mécanique de rupture	7.2	x ^a	x ^a	–
Essai de variations brusques de température	7.3	x ^f	x	–
Vérification de l'absence de porosité	7.4	–	x ^b	–
Vérification de la galvanisation	7.5	–	x ^c	–
Examen visuel	10.3	–	–	x
Essai électrique individuel	10.4	–	–	x
Essai mécanique individuel	10.5	–	–	x ^e
Essai de choc thermique individuel	10.7	–	–	x ^d
x Spécifié par cette norme.				
^a Cet essai a pour but de vérifier la performance mécanique de l'isolateur creux ou corps d'isolateur creux défini sur le plan d'isolateur. Ces essais doivent être réalisés après l'essai de variations brusques de température. ^b Applicable uniquement pour les isolateurs en céramique. ^c Applicable uniquement pour les isolateurs creux équipés de ferrures galvanisées. ^d Applicable uniquement pour les isolateurs en verre trempé. ^e Applicable uniquement si spécifié sur le plan d'isolateur. ^f Applicable uniquement lorsque l'essai mécanique est spécifié.				

6.2 Relevant tests for type, sample and routine tests

All hollow insulators or hollow insulator bodies intended for general use shall be tested according to tests given in Table 2.

All hollow insulators or hollow insulator bodies intended for use with permanent gas pressure shall be tested according to tests given in Table 3.

The series of tests to be conducted shall verify the characteristics of the hollow insulator or hollow insulator body, which are specified on the drawing. In addition, the purchaser and the manufacturer may agree to make tests other than those specified.

Additional routine tests such as verification of relevant dimensions (7.1) and mechanical tests (10.5) may be performed after agreement between manufacturer and purchaser.

Table 2 – Hollow insulators or hollow insulator bodies intended for general use – Relevant tests for type, sample and routine tests

Tests	Tests specified in Subclause	Type tests in Clause 8	Sample tests in Clause 9	Routine tests in Clause 10
Verification of dimensions and roughness of ground surfaces	7.1	–	x	–
Mechanical failing load test	7.2	x ^a	x ^a	–
Temperature-cycle test	7.3	x ^f	x	–
Porosity test	7.4	–	x ^b	–
Galvanizing test	7.5	–	x ^c	–
Visual examination	10.3	–	–	x
Electrical routine test	10.4	–	–	x
Mechanical routine test	10.5	–	–	x ^e
Routine thermal shock test	10.7	–	–	x ^d
x Required by this standard.				
^a This test is to verify the mechanical performance of the hollow insulator or hollow insulator body when defined by the relevant drawing. Such tests shall be carried out after the temperature-cycle test. ^b Applicable only to ceramic insulators. ^c Applicable only to hollow insulators assembled with hot dip galvanized metal fittings. ^d Applicable only to toughened glass insulators. ^e Applicable only when specified on the drawing. ^f Applicable only when mechanical failing load test is specified.				

Tableau 3 – Isolateurs creux ou corps d'isolateur creux en céramique utilisés sous pression permanente de gaz – Liste des essais de type, sur prélèvements et de routine

Essais	Essais décrits au Paragraphe	Essais de type à l'Article 8	Essais de prélèvement à l'Article 9	Essais de routine à l'Article 10
Vérification des dimensions et mesure de la rugosité des surfaces meulées	7.1	–	x	–
Essai mécanique de rupture	7.2	x ^a	x ^a	–
Essai de variations brusques de température	7.3	x	x	–
Vérification de l'absence de porosité	7.4	–	x	–
Vérification de la galvanisation	7.5	–	x ^b	–
Examen visuel	10.3	–	–	x
Essai électrique individuel	10.4	–	–	x
Essai mécanique individuel	10.6.1; 10.6.2	–	–	x
Autres essais mécaniques	10.6.3	–	–	x ^c
x Spécifié par cette norme.				
^a Cet essai a pour but de vérifier la performance mécanique de l'isolateur creux ou corps d'isolateur creux comme défini en 7.2 et sur le plan d'isolateur. Ces essais doivent être réalisés après l'essai de variations brusques de température. Les essais de pression et flexion sont obligatoires. ^b Applicable uniquement pour isolateurs creux équipés de ferrures galvanisées. ^c Applicable uniquement si spécifié sur le plan d'isolateur.				

6.3 Sélection des isolateurs creux ou corps d'isolateur creux

6.3.1 Sélection des isolateurs creux ou corps d'isolateur creux pour les essais de type

Un isolateur creux ou corps d'isolateur creux doit être soumis à chaque essai. L'essai doit être effectué sur un isolateur qui aura subi tous les essais de routine et de prélèvement, excepté l'essai de prélèvement mécanique. Les isolateurs ayant été soumis aux essais de type qui pourraient altérer leur tenue mécanique ne doivent pas être utilisés en service.

Habituellement, le fabricant sélectionne l'isolateur creux ou corps d'isolateur creux destiné à l'essai de type. Si les essais de type et de prélèvement (voir 6.1.1 et 6.1.2) sont réalisés consécutivement, l'acheteur peut sélectionner le ou les isolateurs.

6.3.2 Sélection des isolateurs creux ou corps d'isolateur creux pour les essais de prélèvement

Le nombre d'isolateurs creux ou corps d'isolateur creux prélevé doit correspondre au Tableau 4. L'acheteur peut sélectionner le ou les isolateurs provenant du lot qui a satisfait aux essais de routine.

Les isolateurs ayant été soumis aux essais de prélèvement qui pourraient altérer leur tenue mécanique ne doivent pas être utilisés en service.

Table 3 – Ceramic hollow insulators or hollow insulator bodies intended for use with permanent gas pressure – Relevant tests for type, sample and routine tests

Tests	Tests specified in Subclause	Type tests in Clause 8	Sample tests in Clause 9	Routine tests in Clause 10
Verification of dimensions and roughness of ground surfaces	7.1	–	x	–
Mechanical failing load test	7.2	x ^a	x ^a	–
Temperature-cycle test	7.3	x	x	–
Porosity test	7.4	–	x	–
Galvanizing test	7.5	–	x ^b	–
Visual examination	10.3	–	–	x
Electrical routine test	10.4	–	–	x
Mechanical routine test	10.6.1; 10.6.2	–	–	x
Other mechanical tests	10.6.3	–	–	x ^c
x Required by this standard.				
^a This test is to verify the mechanical performance of the hollow insulator or hollow insulator body as defined in 7.2 and by the relevant drawing. Such tests shall be carried out after the temperature cycle test. The pressure and bending tests are compulsory. ^b Applicable only to hollow insulators assembled with hot dip galvanized metal fittings. ^c Applicable only when specified on the drawing.				

6.3 Hollow insulator or hollow insulator body selection

6.3.1 Hollow insulator or hollow insulator body selection for type tests

One hollow insulator or hollow insulator body shall be subjected to each test. The test shall be carried out on an insulator which has passed all the requirements for the routine and sample tests, except the sample mechanical test. Insulators which have been submitted to type tests which may affect their mechanical characteristics shall not be used in service.

Normally the manufacturer selects the hollow insulator or hollow insulator body used for the type test. If type and sample tests (see 6.1.1 and 6.1.2) are carried out consecutively, the purchaser may make the selection.

6.3.2 Hollow insulator or hollow insulator body selection for sample tests

The number of hollow insulators or hollow insulator bodies selected for test shall be in accordance with Table 4. The purchaser may make the selection from a lot which meets the requirements of the routine tests.

Insulators which have been submitted to sample tests which may affect their mechanical characteristics shall not be used in service.

Tableau 4 – Nombre de pièces à prélever pour les essais de prélèvement

Nombre d'isolateurs du lot, n	Nombre de pièces à prélever
$n \leq 100$	1 ou selon accord
$100 < n \leq 500$	1 % ^a
$500 < n$	$4 + 1,5 \times \frac{n}{1000}$ ^a
^a Si le pourcentage ou le calcul ne donne pas un nombre entier, le nombre entier immédiatement supérieur doit être choisi.	

6.4 Procédure de contre-épreuve pour les essais de prélèvement

Si un seul isolateur creux ou corps d'isolateur creux ou une seule partie métallique ne satisfait pas à l'un des essais sur prélèvements, on doit effectuer un nouveau prélèvement égal à deux fois la quantité prescrite qui avait été soumise à l'origine à cet essai. La contre-épreuve doit comprendre l'essai n'ayant pas donné satisfaction, précédé par les essais que l'on peut considérer comme ayant influencé le résultat de cet essai d'origine.

Si deux ou plusieurs isolateurs creux ou corps d'isolateur creux ou parties métalliques ne satisfont pas à l'un quelconque des essais sur prélèvements, ou si un résultat n'est pas satisfaisant après la contre-épreuve, le lot 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 creux ou les corps d'isolateur creux ayant ce défaut. Le lot ainsi trié, ou une de ses parties, peut alors être à nouveau soumis aux essais.

On doit alors effectuer un prélèvement égal à trois fois la quantité qui avait été choisie initialement pour les essais. La contre-épreuve doit comprendre l'essai n'ayant pas donné satisfaction, précédé par les essais que l'on peut considérer comme ayant influencé le résultat de cet essai. Si l'un quelconque des isolateurs creux ou corps d'isolateur creux ne donne pas satisfaction après la contre-épreuve, le lot entier est considéré comme ne satisfaisant pas à la présente norme.

NOTE 1 Si, lors de l'essai de galvanisation, on détecte un défaut provoqué par une charge mécanique précédente supérieure à celle de l'essai individuel, la contre-épreuve peut être réalisée sur des armatures métalliques non scellées, ou sur un autre isolateur creux du même lot.

NOTE 2 Si, durant les essais de prélèvement, un ou plusieurs isolateurs creux ou corps d'isolateur creux ne satisfont pas aux tolérances spécifiées en 7.1 ou sur le dessin, par accord entre le fabricant et l'acheteur, les dimensions de chaque isolateur creux ou corps d'isolateur creux peuvent être vérifiées.

6.5 Assurance qualité

Un programme d'assurance de la qualité prenant en compte les prescriptions de la présente norme peut être utilisé, après accord entre l'acheteur et le fabricant.

NOTE Une information détaillée sur le système d'assurance qualité est donnée dans les normes ISO (voir [1], [2], [3]). L'ISO 9001 est recommandée comme guide pour la mise en place d'un système qualité pour la fabrication d'isolateurs, en se référant à 1.2 de l'ISO 9001.

Table 4 – Number of samples for sample tests

Number of insulators in the lot, n	Number of samples
$n \leq 100$	1 or by agreement
$100 < n \leq 500$	1 % ^a
$500 < n$	$4 + 1,5 \times \frac{n}{1\,000}$ ^a
^a If the percentage or calculation does not give a whole number, then the next whole number above shall be chosen.	

6.4 Retest procedure for sample tests

If only one hollow insulator or hollow insulator body or metal fitting fails to comply with any of the sample tests, a new sample, equal to twice the quantity originally submitted to that test, shall be subjected to retesting. The retesting shall comprise the test in which failure occurred, preceded by those tests which may be considered as having influenced the results of the original test.

If two or more hollow insulators or hollow insulator bodies or metal fittings fail to comply with any of the sample tests or if any failure occurs during the retesting, 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 hollow insulators or hollow insulator bodies with that defect. The sorted lot, or part thereof, may then be re-submitted for testing.

The number then selected shall be three times the first quantity chosen for the tests. The retesting shall comprise the test in which failure occurred, preceded by those tests which may be considered as having influenced the results of the original test. If any hollow insulator or hollow insulator body fails during this retesting, the complete lot is considered as not complying with this standard.

NOTE 1 Where failure in the galvanizing test is due to a mechanical load in a previous test in excess of the routine test load, the retest may be carried out, either on unassembled metal fittings, or on other hollow insulators in the lot.

NOTE 2 If, during the sample testing, one or more hollow insulators or hollow insulator bodies fail to comply with the tolerances as specified in 7.1 or on the relevant drawing, then, by agreement between the purchaser and the manufacturer, the tolerances of each hollow insulator or hollow insulator body may be checked.

6.5 Quality assurance

A quality assurance programme, taking into account the requirements of this standard, can be used, after agreement between the purchaser and the manufacturer.

NOTE Detailed information on the use of quality assurance is given in ISO standards (see [1], [2] and [3]). ISO 9001 is recommended as a guide for a quality system for manufacturing of insulators, considering 1.2 of ISO 9001.

7 Prescriptions et procédures générales d'essai

L'isolateur creux ou le corps d'isolateur creux doit être soumis aux essais spécifiés des Tableaux 2 ou 3.

7.1 Vérification des dimensions et de la rugosité des parties meulées

Les dimensions des isolateurs creux ou des corps d'isolateur creux doivent être conformes aux valeurs indiquées sur les dessins dans la limite des tolérances permises. Si rien n'est spécifié ou s'il existe un autre accord entre l'acheteur et le fabricant, les tolérances suivantes doivent être appliquées.

7.1.1 Tolérances générales dimensionnelles

Sauf spécification particulière, la tolérance à appliquer sur chaque dimension doit être

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

$\pm (0,025 \times L_d + 6)$ mm quand $L_d > 300$,

où L_d est la dimension contrôlée en millimètres (mm).

NOTE Dans la conception de nombreux équipements, le diamètre intérieur d_1 est important. Dans de tels cas une tolérance sur le diamètre intérieur $\pm(0,025 \times d_1 + 1,5)$ mm est suggérée.

7.1.2 Tolérances sur ligne de fuite

La mesure de la ligne de fuite doit correspondre aux dimensions spécifiées sur le dessin de l'isolateur, même si cette valeur peut être supérieure à celle spécifiée par l'acheteur.

La ligne de fuite doit respecter les tolérances suivantes:

- quand la ligne de fuite est spécifiée comme étant une valeur nominale, la tolérance négative suivante sera appliquée:
 $(0,04 \times L_c + 1,5)$ mm, où L_c est la valeur nominale de la ligne de fuite;
- quand la ligne de fuite est spécifiée comme étant une valeur minimale, le relevé de mesure effectué sur l'isolateur ne doit pas être inférieur à cette valeur.

NOTE La valeur de la ligne de fuite peut affecter la performance des isolateurs lors des essais de type électrique. Cependant, il convient que la valeur de ligne de fuite mesurée sur l'isolateur, soumis aux essais de type, n'excède pas une valeur maximale de $1,04 \times L_c$.

7 General test procedures and requirements

The hollow insulator or hollow insulator body shall be subjected to the tests specified in Tables 2 or 3.

7.1 Verification of the dimensions and roughness of ground surfaces

The dimensions of all hollow insulators or hollow insulator bodies shall meet the values, including the permissible tolerances specified on the drawing. If not specified or unless otherwise agreed between the purchaser and the manufacturer, the following tolerances shall be applied.

7.1.1 General dimensional tolerances

Unless otherwise specified, the tolerance on each dimension shall be

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

$\pm (0,025 \times L_d + 6)$ mm when $L_d > 300$,

where L_d is the checked dimension in millimetres (mm).

NOTE In many equipment designs the inner diameter, d_1 , is of importance. An example of such a tolerance $\pm(0,025 \times d_1 + 1,5)$ mm is suggested.

7.1.2 Creepage distance tolerance

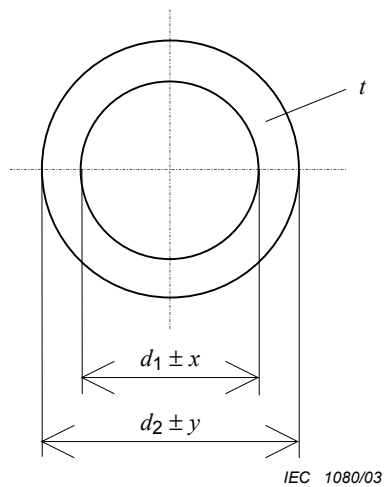
The measurement of creepage distance shall be related to the design dimensions as specified on the insulator drawing, even though this dimension may be greater than originally specified by the purchaser.

The creepage distance shall be subject to the following tolerances:

- when the creepage distance is specified as a nominal value, the following negative tolerance will apply:
 $(0,04 \times L_c + 1,5)$ mm, where L_c is the nominal creepage distance;
- when the creepage distance is specified as a minimum value, it shall be considered as the minimum value obtained in measurements on the insulators.

NOTE The value of the creepage distance can affect the behaviour of the insulators in the electrical type tests. Therefore, the measured value of the creepage distance of the insulators submitted to the type tests should not exceed a maximum value of $1,04 \times L_c$.

7.1.3 Tolérance d'épaisseur de paroi



Epaisseur nominale de paroi t mm	Tolérance d'épaisseur de paroi mm
$t < 10$	$+a / -1,5$
$10 \leq t < 15$	$+a / -2,0$
$15 \leq t < 20$	$+a / -3,0$
$20 \leq t < 25$	$+a / -3,5$
$25 \leq t < 30$	$+a / -4,0$
$30 \leq t < 40$	$+a / -4,5$
$40 \leq t < 55$	$+a / -5,0$
$55 \leq t < 70$	$+a / -6,0$

NOTE 1 Ces tolérances ne sont pas appliquées aux parois meulées.

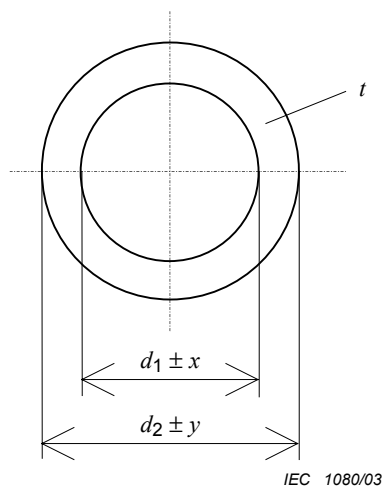
NOTE 2 La tolérance « a » est déterminée en appliquant l'équation suivante: $a = \frac{x + y}{2}$

x et y sont les tolérances sur le diamètre de d_1 et d_2 .

NOTE 3 Epaisseur nominale de paroi $t = \frac{d_2 - d_1}{2}$

Figure 2 – Tolérance d'épaisseur de paroi

7.1.3 Tolerance of wall thickness



Nominal wall thickness t mm	Tolerance on wall thickness mm
$t < 10$	$+a / -1,5$
$10 \leq t < 15$	$+a / -2,0$
$15 \leq t < 20$	$+a / -3,0$
$20 \leq t < 25$	$+a / -3,5$
$25 \leq t < 30$	$+a / -4,0$
$30 \leq t < 40$	$+a / -4,5$
$40 \leq t < 55$	$+a / -5,0$
$55 \leq t < 70$	$+a / -6,0$

NOTE 1 These tolerances are not applicable to ground wall.

NOTE 2 Tolerance a is determined by the following equation: $a = \frac{x + y}{2}$

x and y are tolerances on diameter d_1 and d_2 .

NOTE 3 Nominal wall thickness $t = \frac{d_2 - d_1}{2}$

Figure 2 – Tolerance of wall thickness

7.1.4 Ecart de circularité des diamètres intérieur ou extérieur

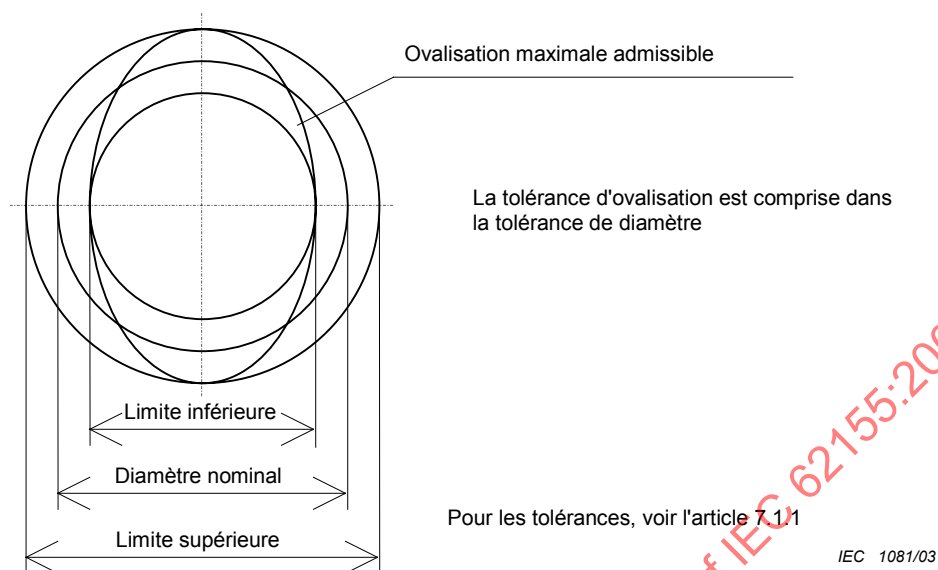


Figure 3 – Ecart de circularité des diamètres intérieur ou extérieur

7.1.5 Flèche

La flèche δ d'un corps d'isolateur creux ne doit pas être supérieure à ce qui suit:

- $(0,006 \times h + 1) \text{ mm}$ quand $\frac{h}{d_1} \leq 8$
- $0,008 \times h \text{ mm}$ quand $\frac{h}{d_1} > 8$

où

h est la hauteur de l'isolateur creux en millimètres (mm);

d_1 est le plus grand diamètre intérieur de l'isolateur creux en millimètres (mm).

NOTE Une méthode indirecte adaptée pour mesurer la flèche est décrite à l'Article A.4 (Figure A.3).

7.1.4 Deviation from roundness of inner or outer core diameter

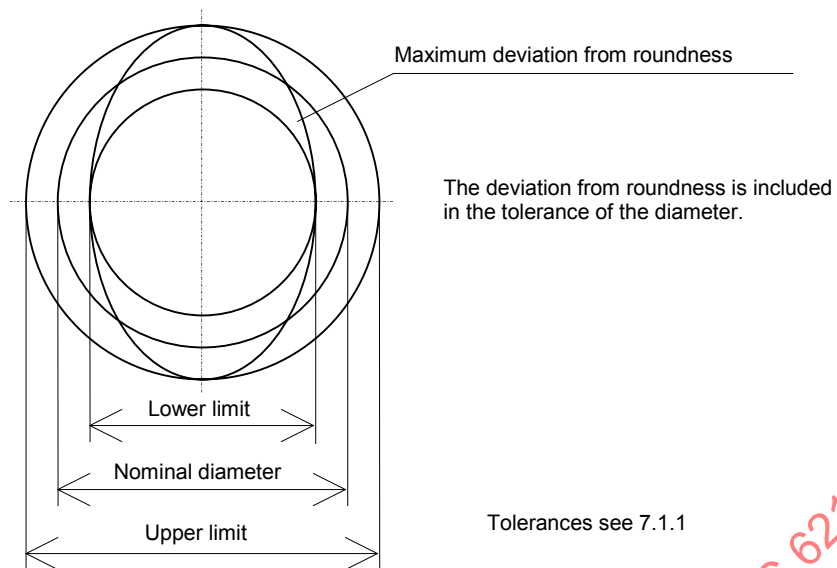


Figure 3 – Deviation from roundness of inner or outer core diameter

7.1.5 Camber

The camber δ of a hollow insulator body shall not be greater than

- $(0,006 \times h + 1)$ mm when $\frac{h}{d_1} \leq 8$
- $0,008 \times h$ mm when $\frac{h}{d_1} > 8$

where

h is the height of the hollow insulator in millimetres (mm);

d_1 is the greatest inner core diameter of the hollow insulator in millimetres (mm).

NOTE A suitable indirect method for measuring camber is indicated in Clause A.4 (Figure A.3).

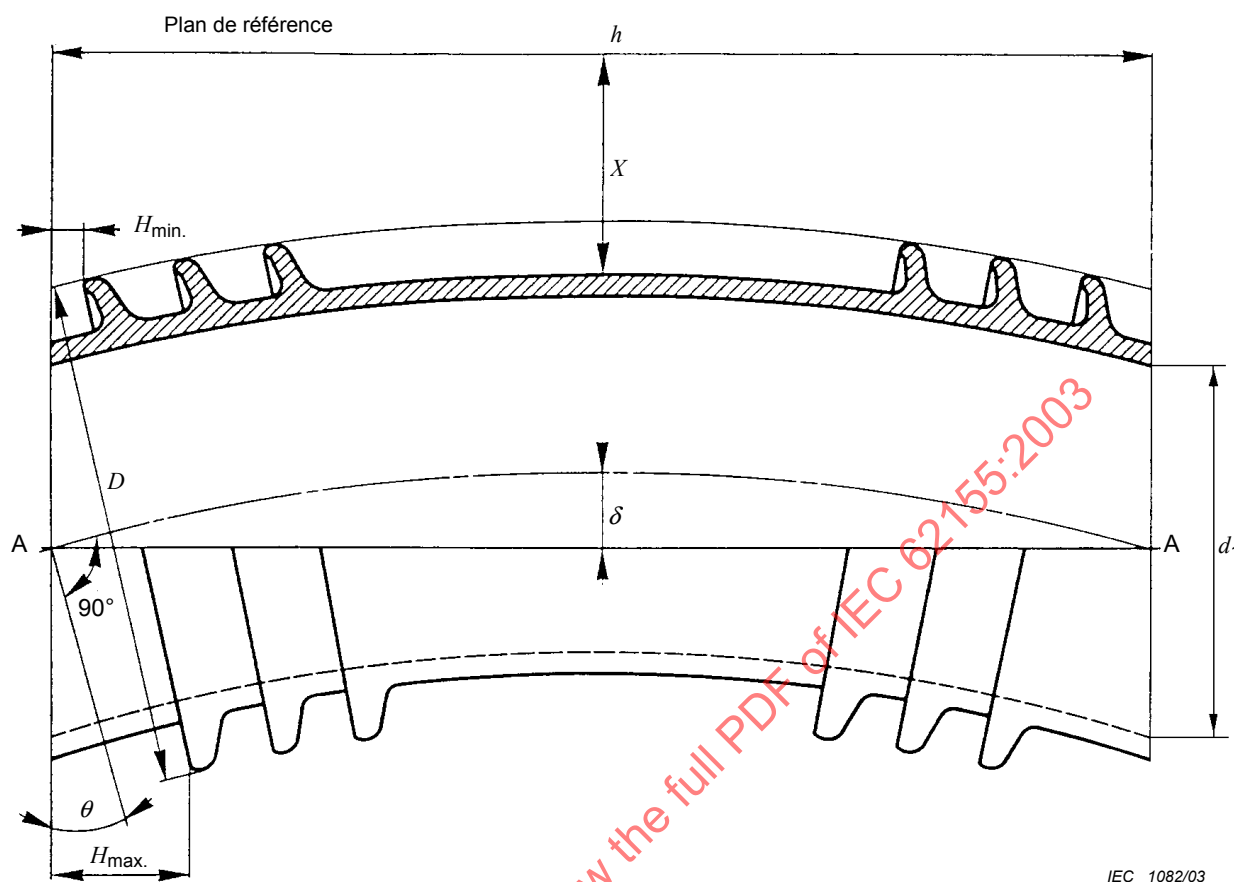


Figure 4 – Effet de la flèche du corps d'isolateur creux

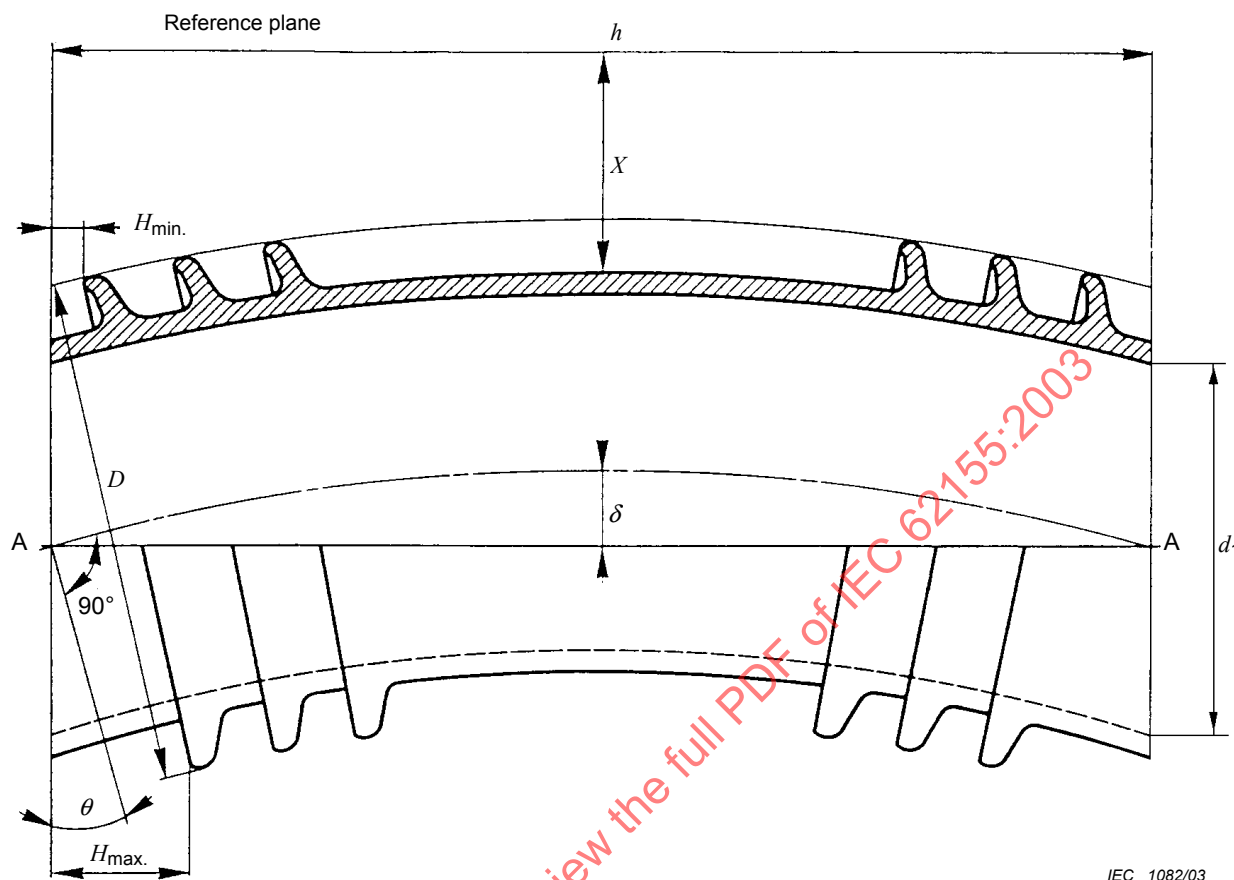
7.1.6 Position de l'ailette d'extrémité

Etant donné la flèche du corps d'isolateur creux, on peut constater une inclinaison des ailettes aux extrémités de l'isolateur porcelaine. La flèche maximale de $0,6 \% \frac{h}{d_1} \leq 8$ ou $0,8 \% \frac{h}{d_1} > 8$ de la longueur de l'isolateur donnera un angle θ selon la Figure 4 qui pourra atteindre la valeur de 0,024 radians $\frac{h}{d_1} \leq 8$ ou 0,032 radians $\frac{h}{d_1} > 8$. Par conséquent, les ailettes d'extrémité peuvent être inclinées de cette valeur. La distance H entre l'ailette d'extrémité et la surface meulée peut varier sur la périphérie de l'isolateur. La valeur minimale autorisée sur la dimension H peut être notée sur le dessin.

Pour vérifier la dimension H , $H_{\max}$ et $H_{\min}$ doivent être mesurées. La position de l'ailette d'extrémité doit être conforme au dessin si la valeur moyenne de

$$H = 0,5 \times (H_{\max} + H_{\min})$$

est donnée sans tenir compte des tolérances générales données en 7.1.1 ou des tolérances spécifiques sur la dimension H indiquées sur le plan.



IEC 1082/03

Figure 4 – Effect of camber of the hollow insulator body

7.1.6 Position of end shed

Due to the camber of the hollow insulator body there may be a shed inclination at the ends of the porcelain. The maximum camber of $0,6 \% \frac{h}{d_1} \leq 8$ or $0,8 \% \frac{h}{d_1} > 8$ of insulator length will give an angle θ according to Figure 4 which might be up to $0,024$ radians $\frac{h}{d_1} \leq 8$ or $0,032$ radians $\frac{h}{d_1} > 8$. Thus, the sheds at the ends of the insulator may be inclined at this angle.

The distance H between the end shed and the ground face of the insulator will vary around the periphery. The minimum allowable dimension H may be shown on the drawing.

To verify the dimension H , $H_{\max}$ and $H_{\min}$ shall be measured. The position of the end shed complies with the drawing if the average value of

$$H = 0,5 \times (H_{\max} + H_{\min})$$

is within the general tolerances given in 7.1.1 or any special tolerances on dimension H given on the drawing.

L'inclinaison maximale de l'ailette d'extrémité doit être telle que

$$H_{\max} - H_{\min} < (0,024 \times D + 3) \text{ mm} \quad \text{quand } \frac{h}{d_1} \leq 8$$

$$H_{\max} - H_{\min} < (0,032 \times D + 3) \text{ mm} \quad \text{quand } \frac{h}{d_1} > 8$$

où

D est le diamètre nominal de l'ailette d'extrémité exprimé en millimètres (mm);

H , $H_{\max}$ and $H_{\min}$ sont décrits dans la Figure 4 et sont des distances nominales, maximum et minimum entre l'ailette d'extrémité et la surface meulée en millimètres (mm).

7.1.7 Tolérance sur la hauteur du sablé et des talons d'extrémités

La hauteur T du sablé aux extrémités de la porcelaine peut varier sur la circonférence.

La variation maximale sur la hauteur des sablés et aux deux extrémités du talon de la porcelaine doit être comme suit (voir Figure 5):

$$T_{\max} - T_{\min} < (0,024 \times d_3 + 3) \text{ mm} \quad \text{quand } \frac{h}{d_1} \leq 8$$

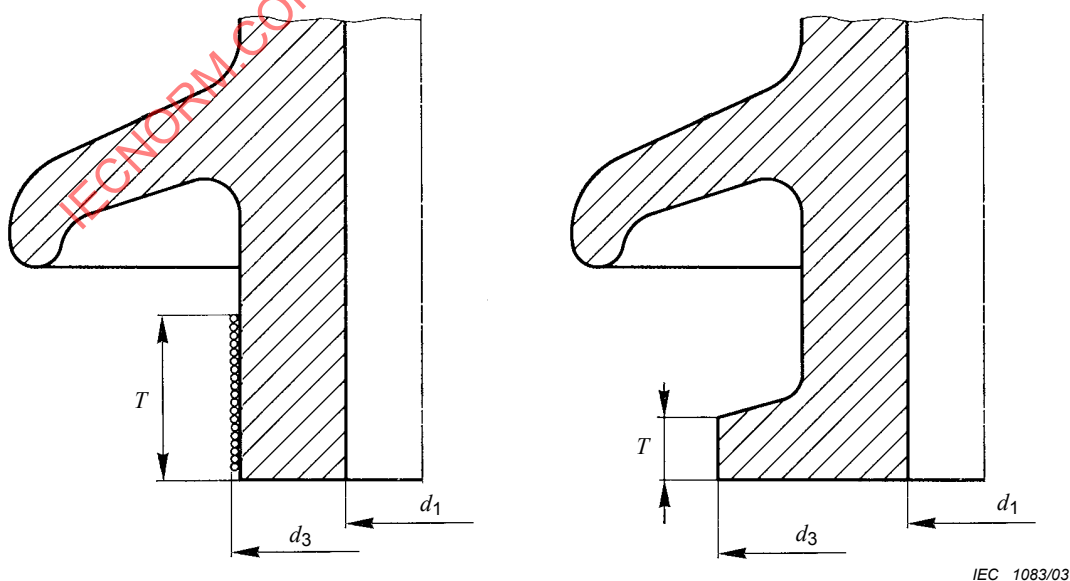
$$T_{\max} - T_{\min} < (0,032 \times d_3 + 3) \text{ mm} \quad \text{quand } \frac{h}{d_1} > 8$$

où

d_3 est le diamètre nominal en millimètres de l'extrémité du talon de la porcelaine ou le diamètre nominal sur sablé;

T , $T_{\max}$ et $T_{\min}$ sont les dimensions nominales, maximales et minimales en millimètres de l'extrémité de la porcelaine ou du sablé sur la circonférence.

Dans certains cas, la fixation par talons de porcelaine requiert des tolérances plus serrées aux extrémités; elles doivent être spécifiées sur le plan.



IEC 1083/03

Figure 5 – Tolérance sur la hauteur du sablé et des talons d'extrémités

The maximum inclination of end shed shall be such that

$$H_{\max} - H_{\min} < (0,024 \times D + 3) \text{ mm} \quad \text{when } \frac{h}{d_1} \leq 8$$

$$H_{\max} - H_{\min} < (0,032 \times D + 3) \text{ mm} \quad \text{when } \frac{h}{d_1} > 8$$

where

D is the nominal diameter of the end shed expressed in millimetres (mm);

H , $H_{\max}$ and $H_{\min}$ are defined according to Figure 4 and are nominal, maximum and minimum distances between end shed and the ground surface in millimetres (mm).

7.1.7 Tolerance on height of sanding and porcelain chamfered end flange

The height T of sanding and porcelain end flange will vary around the periphery.

The maximum variation in the height of both the sanding and porcelain end flanges shall be as follows (see Figure 5):

$$T_{\max} - T_{\min} < (0,024 \times d_3 + 3) \text{ mm} \quad \text{when } \frac{h}{d_1} \leq 8$$

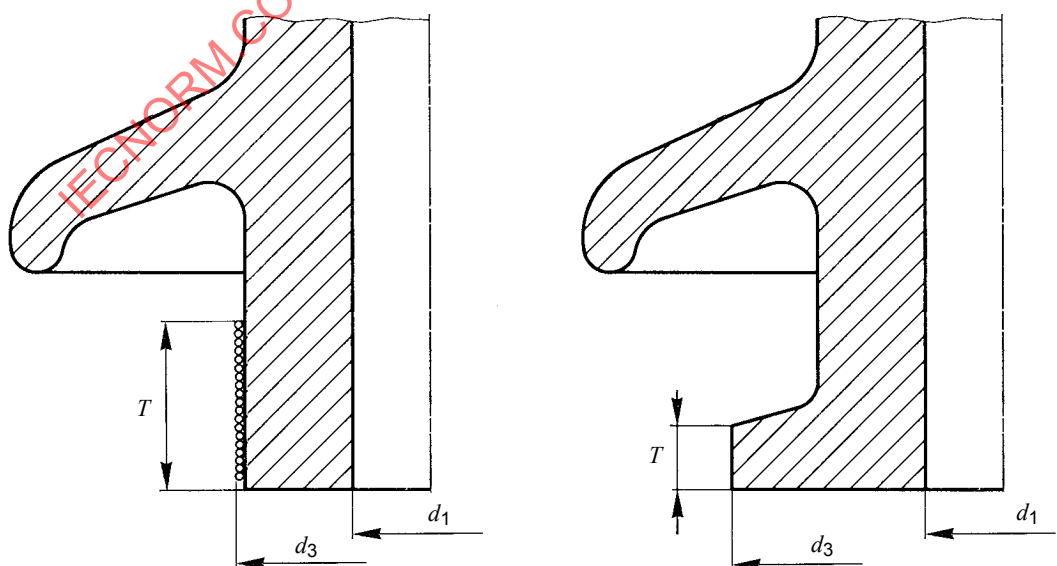
$$T_{\max} - T_{\min} < (0,032 \times d_3 + 3) \text{ mm} \quad \text{when } \frac{h}{d_1} > 8$$

where

d_3 is the nominal diameter in millimetres (mm) of the porcelain end flange or the nominal diameter over sanding;

T , $T_{\max}$ and $T_{\min}$ are the nominal, maximum and minimum heights in millimetres (mm) of porcelain end flange or sanding around the periphery.

In certain designs of porcelain, chamfered end flange closer tolerances are needed and they shall then be specified on the drawing.



IEC 1083/03

Figure 5 – Tolerance on height of sanding and porcelain chamfered end flange

7.1.8 Angle d'aillette

L'angle moyen de l'inclinaison de la surface supérieure des ailettes sur l'isolateur creux ou corps d'isolateur creux doit être mesuré quand le dessin indique que le dessus d'aillette est plat. L'angle moyen d'inclinaison doit respecter la tolérance $\pm 3^\circ$.

Les mesures doivent être faites dans quatre directions perpendiculaires sur trois ailettes situées approximativement au sommet, au milieu et à la base de l'isolateur creux ou corps d'isolateur creux.

La valeur moyenne calculée des 12 mesures doit être calculée et comparée à la valeur spécifiée sur le plan.

NOTE 1 Une méthode pratique de mesure de l'angle de l'aillette est donnée à l'Article A.5.

NOTE 2 Il n'est pas possible de faire cette mesure si le dessin de l'isolateur indique que le dessus d'aillette n'est pas plat.

7.1.9 Tolérances sur parallélisme des faces d'extrémités, coaxialité, excentricité et décalage angulaire des trous de fixation

Les tolérances de parallélisme des faces d'extrémités, coaxialité, excentricité et décalage angulaire des trous de fixation doivent être respectées sur tous les isolateurs creux ou les corps d'isolateur creux lorsqu'elles sont spécifiées sur le plan.

- Parallélisme des faces d'extrémités: des exemples de tolérances sont donnés à l'Article A.1.
- Coaxialité et excentricité: des exemples de tolérances sont donnés à l'Article A.2.
- Décalage angulaire des trous de fixation: des exemples de tolérances sont donnés à l'Article A.3.

Des exemples de méthodes de mesure sont donnés dans l'Annexe A.

7.1.10 Contrôle de la rugosité des parties meulées

La rugosité doit être spécifiée sur le dessin concerné sous la forme d'une valeur R_a ou R_t (voir note) (se reporter à l'ISO 4287).

Les surfaces meulées aux extrémités des corps d'isolateur creux doivent être contrôlées, au moyen d'un appareil électronique à capteur étalonné, dans les zones indiquées sur le dessin.

L'enveloppe isolante est satisfaisante si aucune des valeurs mesurées de R_a ou R_t ne dépasse les valeurs spécifiées pour la rugosité ou le profil.

NOTE Etant donné les propriétés particulières des matériaux céramiques, la corrélation entre R_a et R_t utilisée pour les métaux n'est pas applicable. La corrélation entre R_a et R_t pour les céramiques se situe approximativement entre 1 et 10.

7.1.11 Critère d'acceptation

Les isolateurs creux ou les corps d'isolateur creux sont acceptés si les mesures de rugosité ou dimensionnelles respectent l'intervalle de tolérances définies.

7.2 Essais mécaniques de rupture

Ces essais sont destinés à vérifier la résistance d'un isolateur creux ou d'un corps d'isolateur creux lorsque celui-ci est soumis à des efforts mécaniques, par exemple la pression, la flexion, torsion, traction ou compression. Les essais mécaniques de rupture doivent être réalisés après l'essai de variations brusques de température.

7.1.8 Shed angle

The mean angle of slope of the upper surface of the sheds on the hollow insulator or hollow insulator body shall be measured when the design drawing shows a straight line connecting the radii at the inner and outer ends of the shed. The mean angle of a slope shall be subject to a tolerance of $\pm 3^\circ$.

Measurements shall be made in four mutually perpendicular directions on three sheds, located approximately at the top, middle, and bottom of the hollow insulator or hollow insulator body.

The mean value of the 12 measurements shall be calculated and compared with the value specified on the drawing.

NOTE 1 A suitable method for measuring shed angle is indicated in Clause A.5.

NOTE 2 When the design drawing shows the upper surface of the sheds as curved, it is not possible to measure the shed angle.

7.1.9 Tolerances on parallelism of end faces, coaxiality, eccentricity and angular deviation of fixing holes

All hollow insulators and hollow insulator bodies shall meet the tolerances on parallelism of end faces, coaxiality, eccentricity and angular deviation of fixing holes specified on the drawing, if any.

- Parallelism of end faces: examples of tolerance values are given in Clause A.1.
- Coaxiality and eccentricity: examples of tolerance values are given in Clause A.2.
- Angular deviation of fixing holes: examples of tolerance values are given in Clause A.3.

Examples of methods for measurements are given in Annex A.

7.1.10 Control of the roughness of ground surfaces

The roughness shall be specified in the relevant drawing as R_a or R_t value (see note) (refer to ISO 4287).

The ground surfaces at the ends of the hollow insulator bodies shall be controlled by a calibrated “roughness tester” at the location shown on the drawing.

The insulator passes the test if none of the measured values of R_a or R_t exceed the specified values for the roughness or the profile.

NOTE Due to the special properties of the ceramic materials, the correlation of R_a and R_t used for metals is not applicable. The proportion of R_a to R_t for ceramics is in the range of approximately 1 to 10.

7.1.11 Acceptance criteria

The hollow insulator or hollow insulator body passes the test if the measured roughness or dimensions meet the specified requirements, including permitted tolerances.

7.2 Mechanical failing load tests

Mechanical failing load tests are intended to determine the strength of a hollow insulator or hollow insulator body when subjected to mechanical loads for example pressure, bending, torsion, tension or compression. The mechanical failing load tests shall be carried out after the temperature cycle test.

L'essai pour déterminer la tenue mécanique d'un isolateur creux ou d'un corps d'isolateur creux consiste à réaliser un ou plusieurs des cinq essais suivants tels qu'ils sont spécifiés par le fabricant de l'appareillage:

- essai de pression;
- essai de flexion;
- essai de traction;
- essai de torsion;
- essai de compression.

Un isolateur creux ou un corps d'isolateur creux, essayé à sa valeur mécanique spécifiée, ne doit pas ensuite être utilisé en service.

7.2.1 Procédure générale pour les essais de pression

7.2.1.1 Isolateur creux

Des couvercles avec vanne et manomètre sont fixés sur les armatures métalliques en interposant des joints d'étanchéité appropriés entre les couvercles et le corps de l'isolateur creux.

Le dispositif d'essai doit de préférence reproduire la géométrie du montage d'étanchéité dans l'utilisation prévue.

7.2.1.2 Corps d'isolateur creux

Les couvercles peuvent être fixés au moyen d'un tirant central ou de tirants externes.

Les essais effectués sur des corps d'isolateur creux ne sont valables que lorsque ces corps d'isolateur creux sont destinés à être utilisés dans un ensemble maintenu par compression longitudinale.

7.2.1.3 Procédure de l'essai de pression

La partie interne de l'isolateur creux ou du corps d'isolateur creux doit être entièrement remplie d'eau et raccordée à une pompe hydraulique. La pression hydraulique interne est augmentée de manière régulière à un rythme tel que la pression d'essai spécifiée est atteinte sans produire de choc.

NOTE Il convient que le taux d'augmentation de la pression par minute soit situé entre 30 % et 60 % de la pression d'essai.

7.2.1.4 Critère d'acceptation pour l'essai de pression

Après le retour de la pression à zéro, l'isolateur creux est examiné, et on vérifie l'absence de fissures dans la porcelaine et dans les armatures, de défauts dans les scellements, ou de fuites. En l'absence de ces défauts, l'essai est jugé satisfaisant, même si les armatures présentent une déformation permanente mais ne sont pas rompues.

En cas de doute, un second essai de pression à la valeur de pression de calcul doit être effectué.

7.2.2 Procédure générale pour les essais de flexion

L'essai doit être réalisé sur un isolateur creux ou un corps d'isolateur creux.

The test for the mechanical strength of a hollow insulator or hollow insulator body shall consist of one or more of the following five tests as specified by the equipment manufacturer:

- pressure test;
- bending test;
- tensile test;
- torsion test;
- compression test.

A hollow insulator or hollow insulator body, which has been tested to its specified mechanical failing load, shall not subsequently be used in service.

7.2.1 General requirements for pressure tests

7.2.1.1 Hollow insulator

Plates, with suitably connected valve and gauge, shall be clamped or fixed to the fittings of the hollow insulator, with appropriate sealing gaskets interposed between the plates and the insulator body.

The sealing geometry shall be as close as possible to the intended application.

7.2.1.2 Hollow insulator body

In the case of a hollow insulator body, the plates may be fixed by a centre rod or held at the relevant distance by an external structure.

Tests performed on hollow insulator bodies are valid only when bodies are intended to be used in an assembly which is held together by longitudinal compression.

7.2.1.3 Pressure test procedure

The hollow insulator or hollow insulator body shall be completely filled with water and connected to a hydraulic pump. The hydraulic pressure is increased steadily at such a rate that the specified test pressure is reached without producing shock.

NOTE The rate of increase of the pressure per minute should be between 30 % and 60 % of the test pressure.

7.2.1.4 Acceptance criteria for pressure test

After releasing the pressure to zero, the insulator shall be examined for cracks in the porcelain or fittings, failures in the cementing or leaks. Where there is no evidence of the above, the test is considered satisfactory provided the fittings have not failed even though they may have been stressed beyond their yield point.

In case of doubt, an additional pressure test at the design pressure shall be performed.

7.2.2 General requirements for bending tests

Mounting for test for hollow insulator and hollow insulator body.

Les essais de flexion peuvent être effectués sans pression interne. L'isolateur creux est fixé sur le socle de la machine d'essai par son dispositif normal de fixation. L'effort de flexion doit être appliqué à l'extrémité libre de l'isolateur creux, perpendiculairement à son axe et suivant une direction passant par cet axe.

Comme alternative, par accord entre l'acheteur et le fabricant, l'essai mécanique de flexion peut être effectué sur le corps d'isolateur creux. Des méthodes adaptées pour ces essais sont décrites dans l'Annexe B.

7.2.2.1 Procédure d'essai à la flexion

- Essais réalisés sur un isolateur creux, comprenant plus d'un élément:
lorsqu'un support isolant creux comprend plus d'un élément, et lorsqu'un moment fléchissant en tête et un moment fléchissant à la base sont spécifiés sur l'isolateur complet, l'essai doit être réalisé sur l'isolateur complet. Une rallonge doit être fixée sur l'isolateur creux et la charge doit être appliquée à une hauteur appropriée pour produire les moments fléchissants d'essai.

Dans le cas où chaque élément individuel comporte des moments fléchissants spécifiés aux deux extrémités, l'essai se déroulera comme suit.

- Essais réalisés sur un isolateur creux constitué d'un seul élément:
lorsque les moments fléchissants sont spécifiés en tête et à la base d'un isolateur creux, une rallonge doit être fixée sur l'isolateur creux et la charge doit être appliquée à une hauteur appropriée pour produire les moments fléchissants d'essai.
- Essai réalisé sur un isolateur creux symétrique constitué d'un seul élément:
si l'isolateur creux est symétrique, on peut essayer l'élément par une application directe sur l'extrémité libre de l'isolateur avec une charge équivalente afin de produire le moment de flexion prescrit. Ces essais doivent être effectués une fois à chaque extrémité.

7.2.2.2 Critère d'acceptation pour l'essai de flexion

Après retour du moment fléchissant à zéro, on doit vérifier l'absence de fissures dans la porcelaine, de défauts dans les scellements et de fissures dans les armatures. En l'absence de ces défauts, l'essai est jugé satisfaisant, même si les armatures présentent une déformation permanente mais ne sont pas rompues.

7.2.3 Essai de torsion

L'isolateur creux doit être soumis à un moment de torsion, le montage ne devant pas induire de moment de flexion. Le moment de torsion de l'isolateur creux peut être déterminé par un essai sur un seul isolateur (si l'isolateur creux est composé de plusieurs éléments, on prendra celui qui possède la moindre résistance mécanique).

7.2.4 Essai de traction

La charge de traction doit être appliquée à l'isolateur creux selon son axe. L'effort de traction de l'isolateur creux peut être déterminé par un essai sur un seul isolateur. (Si l'isolateur creux est composé de plusieurs éléments, on prendra celui qui possède la moindre résistance mécanique.)

7.2.5 Essai de compression

La charge de compression doit être appliquée à l'isolateur creux selon son axe. L'effort de compression de l'isolateur creux peut être déterminé par un essai sur un seul isolateur. (Si l'isolateur creux est composé de plusieurs éléments, on prendra celui qui possède la moindre résistance mécanique.) Il peut être nécessaire de faire l'essai sur le support complet lorsque celui-ci est de grande longueur et risque de casser par flambage.

Bending tests may be carried out without internal pressure. The hollow insulator shall be attached to the mounting face of the testing machine by its normal method of mounting. The load shall be applied to the free end of the hollow insulator. The direction of loading shall pass through the axis of the hollow insulator and shall be at right angles to it.

Alternatively, by agreement between the purchaser and the manufacturer the mechanical bending test shall be carried out on the hollow insulator body. Suitable methods for testing the unassembled hollow insulator bodies are indicated in Annex B.

7.2.2.1 Bending test procedure

- Tests on a hollow insulator consisting of more than one unit:

where a hollow insulator consists of more than one unit and where bending moments are specified for the top and bottom of the complete hollow insulator, the complete insulator may be tested. An extension piece shall be attached to the hollow insulator and the load shall be applied at appropriate height to produce the test bending moments.

In case each individual unit has bending moments specified for both ends, the test is carried out as follows.

- Tests on an individual hollow insulator unit:

where bending moments are specified for the top and bottom of a hollow insulator, an extension piece shall be attached to the hollow insulator and the load shall be applied at appropriate height to produce the test bending moments.

- Test on an individual symmetrical hollow insulator unit:

if the hollow insulator is symmetrical, the unit can be tested by direct application at the free end of the insulator with an equivalent load to produce the prescribed bending moment. Such tests shall be performed once at each end.

7.2.2.2 Acceptance criteria for bending test

After releasing the moment to zero, the insulators shall be examined for cracks in the porcelain, failures of the cementing or cracks in the fittings. Where there is no evidence of the above, the test is considered satisfactory provided the fittings have not failed even though they may have been stressed beyond their yield point.

7.2.3 Torsion test

The hollow insulator shall be subjected to a torsional load, avoiding any bending moment. The torsional strength of hollow insulator may be determined by a test on a single hollow insulator unit (of the lowest strength type, if the hollow insulator comprises more than one type).

7.2.4 Tensile test

The hollow insulator shall be subjected to a tensile load along its axis. The tensile strength of a hollow insulator may be determined by a test on a single hollow insulator unit (of the lowest strength type, if the hollow insulator comprises more than one type).

7.2.5 Compression test

The hollow insulator or hollow insulator body shall be subjected to a compressive load along its axis. The compressive strength of a hollow insulator may be determined by a test on a single hollow insulator unit (of the lower strength type, if the hollow insulator comprises more than one type). Longer hollow insulators (which may fail by buckling) may need a test on a complete hollow insulator.

7.2.6 Critère d'acceptation pour les essais de torsion, traction et compression

Après relaxation des charges à zéro, on doit vérifier l'absence de fissures dans la porcelaine, de défauts dans les scellements et de fissures dans les armatures. En l'absence de ces défauts, l'essai est jugé satisfaisant, même si les armatures présentent une déformation permanente mais ne sont pas rompues.

7.3 Essai de résistance aux variations brusques de température

7.3.1 Généralités

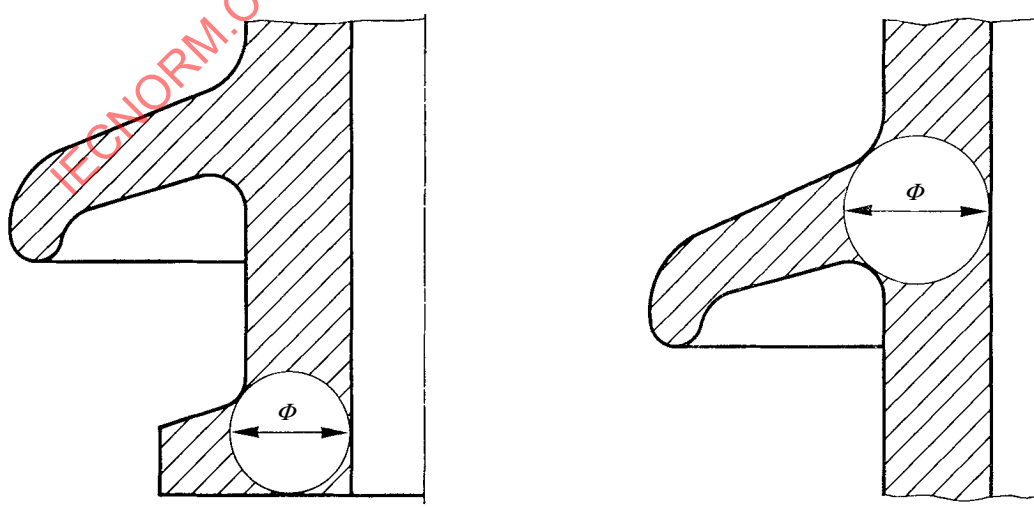
- L'essai doit être réalisé en priorité sur un isolateur creux ou un corps d'isolateur creux destiné à un essai de rupture en flexion, si requis.
- Le volume d'eau contenu dans les cuves doit être suffisamment grand pour que l'immersion de l'isolateur ne provoque pas une variation de température de l'eau supérieure à ± 5 K.
- Des cuves intermédiaires peuvent être utilisées pendant l'immersion des isolateurs du bain froid et du bain chaud; elles seront conçues sous la forme de paniers métalliques de faible masse thermique, laissant libre accès à l'eau.

7.3.2 Procédure d'essai pour les isolateurs en céramique ou en verre trempé

Les isolateurs doivent être plongés brusquement dans un bain maintenu à une température de valeur « t » supérieure à celle du bain froid utilisé plus tard pour l'essai, et rester immergés pendant une durée de $(15 + 0,7 \times m)$ min et au maximum de 30 min (m étant la masse de l'isolateur creux ou du corps d'isolateur creux en kilogrammes (kg)). Ils doivent être ensuite retirés et plongés brusquement et entièrement dans le bain d'eau froide. Ils doivent rester immergés dans ce bain le même nombre de minutes.

Cette alternance de chaud et de froid doit être exécutée trois fois de suite. La durée de passage d'un bain à l'autre doit être aussi brève que possible.

L'écart de température t est donné dans le Tableau 5 et est fonction des dimensions de l'isolateur creux ou du corps d'isolateur creux. Cet écart de température peut être indiqué sur le plan.



IEC 1084/03

Figure 6 – Détermination de l'épaisseur Φ mm pour l'essai de variations brusques de température

7.2.6 Acceptance criteria for torsion, tensile and compression tests

After releasing the loads to zero, the insulators shall be examined for cracks in the porcelain, failures of the cementing or cracks in the fittings. Where there is no evidence of the above, the test is considered satisfactory provided the fittings have not failed even though they may have been stressed beyond their yield point.

7.3 Temperature cycle test

7.3.1 General requirements

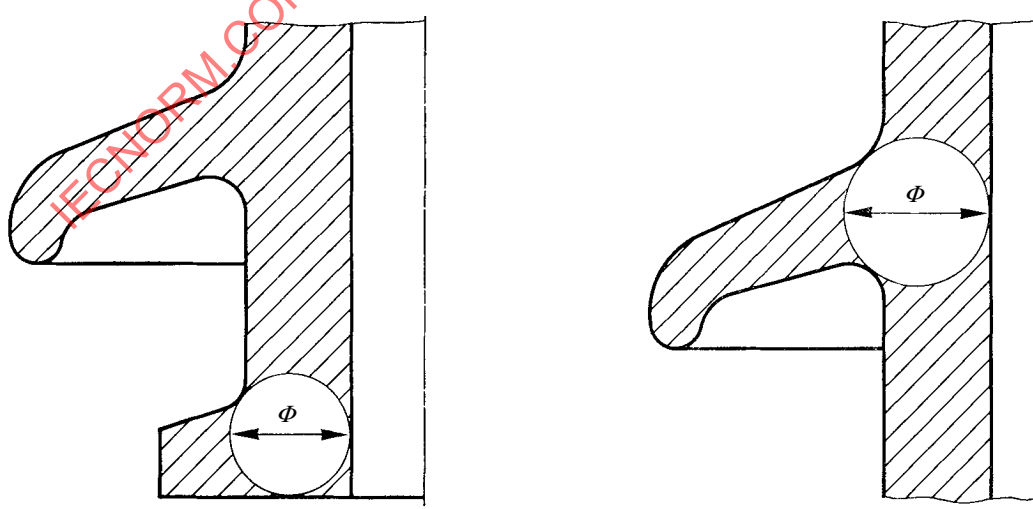
- The test shall be made on an individual hollow insulator or hollow insulator body prior to the mechanical failing load test, if any.
- The quantity of water in each test tank shall be sufficiently large for the immersion of the insulators not to cause a temperature variation of more than ± 5 K in the water.
- Intermediate containers may be used during the immersion of insulators in the hot or cold water bath; provided that they are in the form of a wire mesh basket having a low thermal mass, allowing free access for the water.

7.3.2 Test procedure for insulators of ceramic material and toughened glass

The insulators shall be quickly immersed in a water bath, maintained at a temperature t higher than that of the cold bath used later in the test, and left submerged for a minimum time duration of $(15 + 0,7 \times m)$ min and a maximum time duration of 30 min (m being the mass of the hollow insulator or hollow insulator body in kilograms (kg)). They shall then be removed and quickly and completely immersed in the cold-water bath where they shall remain submerged for the same number of minutes.

This heating and cooling cycle shall be performed three times in succession. The time taken to transfer from either bath to the other shall be as short as possible.

The temperature difference t is given in Table 5 as a function of the dimensions of the hollow insulator or hollow insulator body. This temperature difference may be marked on the drawing.



IEC 1084/03

Figure 6 – Definition of thickness Φ mm for temperature-cycle test

Tableau 5 – Choix de l'écart de température pour l'essai de variations brusques de température

$D^2 \times h \times 10^{-6}$ mm ³	Ecart de température t pour une épaisseur ϕ mm					
	$\phi \leq 23$	$23 < \phi \leq 26$	$26 < \phi \leq 32$	$32 < \phi \leq 36$	$36 < \phi \leq 43$	$43 < \phi$
$D^2 \times h \leq 164$	60	55	50	45	40	35
$164 < D^2 \times h \leq 410$	55	55	50	45	40	35
$410 < D^2 \times h \leq 655$	50	50	50	45	40	35
$655 < D^2 \times h \leq 900$	45	45	45	45	40	35
$900 < D^2 \times h \leq 1150$	40	40	40	40	40	35
$1150 < D^2 \times h \leq 2000$	35	35	35	35	35	35
$D^2 \times h > 2000$	Selon accord entre le fabricant et l'acheteur					

D est le plus grand diamètre extérieur sur ailettes de l'isolateur creux ou du corps d'isolateur creux exprimé en millimètres.

h est la hauteur de l'isolateur creux exprimée en millimètres.

ϕ est la plus grande épaisseur dans le matériau définie comme le diamètre, exprimée en millimètres (mm), du plus grand cercle qui peut être inscrit dans le tracé de la coupe passant par l'axe de l'isolateur creux ou du corps d'isolateur creux.

Les écarts de température figurant au Tableau 5 sont applicables aux isolateurs dont la forme intérieure cylindrique ou conique permet une libre pénétration de l'eau vers l'intérieur pendant l'immersion. Les isolateurs sont considérés comme ne permettant pas une libre pénétration de l'eau si le plus petit diamètre intérieur est inférieur à 0,25 fois le plus grand diamètre intérieur. Dans ce cas, la valeur de t doit faire l'objet d'un accord entre le fabricant et l'acheteur.

7.3.3 Variante pour l'essai des grandes enveloppes en porcelaine

En variante, lorsque la taille des isolateurs creux ne permet pas d'utiliser la méthode d'immersion décrite en 7.3.2, la technique par arrosage peut être utilisée selon la Figure C.1. Les isolateurs creux munis de leurs armatures métalliques complètes, le cas échéant, doivent être enveloppés dans une toile épaisse et fermée à la tête par exemple par des cordes. L'eau chaude ou froide est versée ou aspirée à l'intérieur de la toile ajourée, afin de réaliser une aspersion convenable de l'isolateur creux. L'aspersion peut être facilitée au moyen d'une pompe.

La température de l'isolateur creux doit être augmentée par aspersion d'eau à une température t supérieure à celle de l'eau froide utilisée plus tard sous forme de pluie artificielle. Cette température doit être maintenue pendant 15 min.

L'isolateur creux doit ensuite être immédiatement arrosé avec de la pluie artificielle d'une intensité de 3 mm/min et l'arrosage doit être maintenu pendant 15 min.

Cette alternance de chaud et de froid doit être exécutée 3 fois de suite. L'écart de température t est donné au Tableau 6.

Tableau 6 – Choix de l'écart de température pour la variante d'essai de variations brusques de température

Ecart de température t pour une épaisseur ϕ mm (comme défini à la Figure 6)	
$\phi \leq 30$	$\phi > 30$
70	50

Table 5 – Selection of temperature difference for temperature cycle test

$D^2 \times h \times 10^{-6}$ mm ³	Temperature difference t for thickness ϕ mm					
	$\phi \leq 23$	$23 < \phi \leq 26$	$26 < \phi \leq 32$	$32 < \phi \leq 36$	$36 < \phi \leq 43$	$43 < \phi$
$D^2 \times h \leq 164$	60	55	50	45	40	35
$164 > D^2 \times h \leq 410$	55	55	50	45	40	35
$410 < D^2 \times h \leq 655$	50	50	50	45	40	35
$655 < D^2 \times h \leq 900$	45	45	45	45	40	35
$900 < D^2 \times h \leq 1\,150$	40	40	40	40	40	35
$1\,150 < D^2 \times h \leq 2\,000$	35	35	35	35	35	35
$D^2 \times h > 2\,000$	Subject to agreement between manufacturer and purchaser					
D is the greatest external diameter over the sheds of the hollow insulator or hollow insulator body, expressed in millimetres.						
h is the height of the hollow insulator body, expressed in millimetres.						
ϕ is the greatest thickness of material defined as the diameter, expressed in millimetres, of the largest circle which can be inscribed in the outline of a section through the axis of the hollow insulator or hollow insulator body.						

The temperature differences in Table 5 apply to insulators of parallel or tapered internal shape which allow free access of water to the interior on immersion. Insulators are considered not to offer free access of water if the smallest internal diameter is less than 0,25 times the largest internal diameter. In such case, the value of t shall be agreed between purchaser and manufacturer.

7.3.3 Alternative test procedure for large insulators of ceramic material

Alternatively, whether size of the insulator precludes the use of the immersion technique according to 7.3.2, the water spraying method according to Figure C.1 may be applied. The hollow insulators with integral metal fittings, if any, shall be enveloped by a thick cloth case which is tied at the top by, for example, strings. Hot or cold water is poured or pumped into the case through hoses which are arranged for adequate water spraying of the hollow insulator. The water can be drawn off the case by a pump.

The temperature of the hollow insulator shall be raised by water spraying to a value t higher than that of the cold water which is later used to spray it with artificial rain. This temperature shall be maintained for 15 min.

The hollow insulator shall then be immediately sprayed with artificial rain at an intensity of about 3 mm/min and this spraying shall continue for 15 min.

The heating and cooling cycle shall be performed three times in succession. The temperature difference t is given in Table 6.

Table 6 – Selection of temperature difference for the alternative temperature-cycle test

Temperature difference t for thickness ϕ mm (as defined in Figure 6)	
$\phi \leq 30$	$\phi > 30$
70	50

7.3.4 Procédure d'essai pour les isolateurs en verre recuit

Les isolateurs en verre recuit doivent être plongés brusquement et entièrement sans l'intermédiaire d'aucun récipient dans un bain d'eau maintenu à une température t supérieure à celle de la pluie artificielle qui est utilisée plus tard, et tenus immergés pendant 15 min dans ce bain. Ensuite ils sont retirés et exposés rapidement pendant 15 min à une pluie artificielle d'une intensité de 3 mm/min, sans autres spécifications.

Cette alternance de chaud et de froid doit être exécutée trois fois de suite. La durée de passage d'un bain à l'autre doit être aussi brève que possible et ne doit pas excéder 1 min.

La capacité du verre recuit à résister aux variations de température est dépendante d'un certain nombre de facteurs, dont le plus important est sa composition. Pour ces isolateurs, excepté en cas d'accord différent entre l'acheteur et le fabricant, l'écart de température t doit être tel qu'indiqué au Tableau 7.

Tableau 7 – Choix de l'écart de température pour les isolateurs en verre recuit

Ecart de température t	
Verres siliceux	Verres borosilicates
30	70

7.3.5 Critère d'acceptation

L'isolateur creux satisfait à l'essai s'il n'est ni fendu ni cassé mécaniquement ou s'il n'y a aucun autre défaut altérant ses propriétés mécaniques et électriques. La vérification de la non-détérioration est confirmée si l'isolateur creux satisfait à l'essai électrique de routine selon 10.4.

Un isolateur qui a satisfait à l'essai de variations brusques de température peut être livré avec le reste du lot pour utilisation sur site.

7.4 Essai de porosité

Cet essai s'applique uniquement aux isolateurs en céramique.

7.4.1 Procédure d'essai

Des fragments de céramique provenant d'isolateurs ou, après entente, de blocs témoins de céramique cuits à côté des isolateurs doivent être plongés dans une solution d'alcool éthylique ou méthyle à 3 % de colorant méthine pourpre (tel l'Astrazon ou Basonil ²) qui est soumise à une pression d'au moins 15 MPa pendant une durée telle que le produit de la pression en mégapascals (MPa) par le nombre d'heures ne soit pas inférieur à 180.

Les fragments doivent ensuite être retirés de la solution, lavés, séchés et brisés à nouveau.

7.4.2 Critère d'acceptation

L'examen à l'œil nu des surfaces cassées récentes ne doit révéler aucune pénétration du colorant. On ne doit pas tenir compte de la pénétration dans les petites fissures produites lors de la préparation initiale des fragments.

² L'Astrazon et le Basonil sont des produits appropriés et commercialisés. Cette information est donnée à titre indicatif pour les utilisateurs de cette norme internationale, et en aucun cas une promotion de ces produits par la CEI.

7.3.4 Test procedure for insulators of annealed glass

Insulators composed of annealed glass shall be quickly and completely immersed, without being placed in an intermediate container, in a water bath maintained at a temperature t higher than that of the artificial rain which is used later in the test and left submerged for a period of 15 min in this bath. They shall then be withdrawn and quickly exposed for 15 min to artificial rain of intensity 3 mm/min, without any other specified characteristics.

The heating and cooling cycle shall be performed three times in succession. The time taken to transfer from the hot bath to the rain, or inversely, shall not exceed 1 min.

The ability of annealed glass to withstand a change of temperature is dependent on a number of factors, one of the most important being its composition. For these insulators, unless otherwise agreed between the purchaser and the manufacturer, the temperature difference t is given in Table 7.

Table 7 – Selection of temperature difference for insulators of annealed glass

Temperature difference t	
Soda lime glasses	Borosilicate glasses
30	70

7.3.5 Acceptance criteria

The insulator passes the test if there is no cracking or mechanical breakage or other faults causing deterioration in its electrical or mechanical properties. The absence of such deterioration is considered verified if the hollow insulator passes the electrical routine test, according to the procedure in 10.4.

An insulator which has successfully passed the temperature cycle test may be supplied with the rest of the batch for normal service.

7.4 Porosity test

The test is applicable only to ceramic insulators.

7.4.1 Test procedure

Ceramic fragments from the insulators or, by agreement, from representative pieces of ceramic fired adjacent to the insulators, shall be immersed in a 3 % solution of a red/violet Methin-dye (such as Astrazon or Basonil²) in methyl or ethyl alcohol under a pressure of not less than 15 MPa for a time such that the product of the test duration in hours and the pressure in MPa is not less than 180.

The fragments shall then be removed from the solution, washed, dried and again broken.

7.4.2 Acceptance criteria

Examination with the naked eye of the freshly broken surfaces shall not reveal any dye penetration. Penetration into small cracks formed during the initial breaking shall be ignored.

² Astrazon and Basonil are examples of suitable products available commercially. This information is given for the convenience of users of this International Standard and does not constitute an endorsement by IEC of these products.

7.5 Vérification de la qualité de la galvanisation

Sauf spécifications contraires indiquées ci-après, les normes ISO suivantes sont applicables pour l'exécution de cet essai:

ISO 1460, ISO 1461, ISO 1463, ISO 2064, ISO 2178.

NOTE Bien qu'il soit difficile d'établir une recommandation générale, il est possible d'effectuer d'une façon satisfaisante la réparation de la galvanisation de petites surfaces endommagées, par exemple au cours d'une manutention excessivement brutale: il convient de faire cette réparation de préférence par l'utilisation de bâtons de soudure d'alliage de zinc à bas point de fusion étudiés pour cet usage. Il convient que l'épaisseur du revêtement réparé soit au moins égale à celle de la couche de galvanisation. La dimension maximale pour laquelle une telle réparation paraît acceptable dépendra, dans une certaine mesure, de la nature de la pièce ferreuse et de ses dimensions, mais comme indication générale, on peut dire qu'une surface de 40 mm² est convenable, 100 mm² étant le maximum pour les grandes armatures d'isolateur. Toutefois, la réparation du revêtement endommagé n'est permise que dans des cas exceptionnels sur défauts mineurs et après accord entre l'acheteur et le fabricant. Il est à noter que la réparation au moyen de bâtons de soudure n'est possible que sur les armatures ferreuses détachées parce que la température de celles-ci durant le traitement serait trop élevée pour autoriser cette méthode sur les isolateurs assemblés.

7.5.1 Procédure d'essai

Les parties ferreuses doivent être soumises au contrôle d'aspect suivi par la détermination de la masse du revêtement de zinc utilisant la méthode d'essai magnétique. En cas de divergence d'opinions sur les résultats de la méthode magnétique, un essai décisif doit être effectué

- soit par la méthode gravimétrique pour les pièces moulées ou forgées et après accord pour les rondelles. Dans ce cas, on applique les prescriptions de l'ISO 1460;
- soit par la méthode microscopique pour les boulons, écrous et rondelles. Dans ce cas, on applique les prescriptions de l'ISO 1463.

NOTE Par accord entre l'acheteur et le fabricant au moment de la commande, d'autres méthodes d'essais peuvent être utilisées, par exemple l'essai par immersion dans une solution de sulfate de cuivre ou la méthode gazométrique, mais il convient que l'acheteur et le fabricant s'entendent préalablement sur le choix d'une méthode, son application et les conditions générales de l'essai. Il existe de nombreuses références bibliographiques pour décrire la méthode de mesure de la continuité d'une couche de zinc par immersion dans une solution de sulfate de cuivre.

7.5.1.1 Aspect

Les parties ferreuses doivent être examinées visuellement.

7.5.1.2 Détermination de la masse du revêtement par la méthode magnétique

Cet essai doit être effectué dans les conditions d'essai prescrites dans l'ISO 2178, en particulier à la section 4 et la section 5. Ces sections sont très importantes pour obtenir des résultats précis.

Sur chaque échantillon à essayer, on doit réaliser de trois à dix mesures suivant ses dimensions. Ces mesures doivent être réparties uniformément et au hasard sur tout l'échantillon en évitant les bords et les parties angulaires.

NOTE La détermination de la masse du revêtement par la méthode magnétique est non destructive, suffisamment exacte, simple, rapide et, dans la plupart des cas, adéquate. Cette méthode est donc spécifiée comme essai de base.

7.5.2 Critères d'acceptation

7.5.2.1 Critères d'acceptation pour le contrôle d'aspect

Le revêtement doit être continu, aussi uniforme et lisse que possible (afin d'éviter de se blesser au cours des manutentions), et dépourvu de tout ce qui peut nuire à l'emploi prévu de la pièce revêtue (voir 6.1 de l'ISO 1461).

7.5 Galvanizing test

Unless otherwise specified below, the following ISO standards are applicable for the performance of this test:

ISO 1460, ISO 1461, ISO 1463, ISO 2064, ISO 2178.

NOTE Although it is difficult to give a general recommendation, it is possible to repair satisfactorily the zinc coating on small areas damaged, for instance, by excessively rough treatment: the repair should be carried out by means of low-melting-point zinc-alloy repair rods made for this purpose. The thickness of the renovated coating should be at least equal to the thickness of the galvanized layer. The maximum size of the areas for which such a repair is acceptable will depend, to some extent, on the kind of ferrous part and the dimensions, but for general guidance, an area of 40 mm² is suggested as being suitable, 100 mm² being the maximum for large insulator fittings. Nevertheless, repair of the damaged coating is permitted only in exceptional cases of minor faults, after agreement between the purchaser and the manufacturer. It should be noted that repair by means of repair rods is possible only on loose ferrous parts, because the temperature of the ferrous part during this treatment will be too high to permit use of this method for assembled insulators.

7.5.1 Test procedure

The ferrous parts shall be subjected to the appearance test, followed by the determination of the coating mass using the magnetic test method. In case of difference of opinion about the results by the magnetic method, a decisive test shall be carried out

- either by the gravimetric method for castings and forgings and for washers by agreement. In this case the requirements of ISO 1460 are used;
- or by the microscopical method for bolts, nuts and washers. In this case the requirements of ISO 1463 are used.

NOTE By agreement between the purchaser and the manufacturer at the time of ordering, other test methods can be used, for instance, the test by immersion in copper sulphate solution or the gasometric method. The agreement should determine the choice of one method, its application, and the general testing conditions. There exist many bibliographic references to describe the test method for measuring the continuity of a zinc coating by immersion in copper sulphate solution.

7.5.1.1 Appearance

The ferrous parts shall be submitted to a visual inspection.

7.5.1.2 Determination of the coating mass by the magnetic test method

This test shall be made under the conditions prescribed in ISO 2178, in particular sections 4 and 5. These sections are very important in order to obtain accurate measurements.

On each sample to be tested, three to ten measurements shall be carried out, according to its dimensions. These measurements shall be uniformly and randomly distributed over the whole surface, avoiding edges and sharp points.

NOTE The determination of the coating mass by the magnetic method is non-destructive, simple, quick, sufficiently exact, and in most cases adequate. Therefore, this method is specified as the basic test.

7.5.2 Acceptance criteria

7.5.2.1 Acceptance criteria for the appearance test

The coating shall be continuous, as uniform and smooth as possible (in order to prevent injury during handling), and free from anything that is detrimental to the stated use of the coated object (see 6.1 of ISO 1461).

De légers manques de galvanisation peuvent être admis. La surface maximale d'une tache non recouverte peut être de 4 mm², mais la surface totale non recouverte ne doit pas être supérieure à

- 0,5 % de la surface totale approximative de la partie métallique quand celle-ci est inférieure à 4 000 mm²;
- 20 mm² quand la surface totale est comprise entre 4 000 mm² et 100 000 mm²;
- 0,02 % de la surface totale approximative de la partie métallique quand celle-ci dépasse 100 000 mm², auquel cas la surface maximale d'une tache non recouverte peut être de 7 mm².

Le revêtement doit être suffisamment adhérent pour supporter une manipulation correspondant à l'emploi courant de la pièce, sans écaillage.

NOTE Les pièces ferreuses avec filetage sont galvanisées après filetage. Les écrous et les trous pour vis sont taraudés après galvanisation, sauf accord contraire entre l'acheteur et le fabricant. Après taraudage, il convient que les filetages soient protégés par une couche suffisante d'huile, de graisse ou par tout autre produit adéquat.

7.5.2.2 Critères d'acceptation pour la valeur de la masse du revêtement

La valeur de la masse du revêtement résultant de la moyenne arithmétique des mesures ne doit pas être inférieure à celle qui est spécifiée ci-après.

Les valeurs minimales normalisées suivantes sont applicables, sauf si l'acheteur et le fabricant se sont mis préalablement d'accord sur des valeurs plus élevées dans le cas où les isolateurs sont utilisés dans des conditions particulièrement sévères.

Masse moyenne minimale du revêtement:

- pour les pièces moulées ou forgées, en fonte et en acier:
600 g/m² sur l'ensemble des échantillons, avec 500 g/m² sur chaque échantillon;
- pour les boulons, écrous et rondelles:
375 g/m² sur l'ensemble des échantillons, avec 300 g/m² sur chaque échantillon.

NOTE A titre indicatif, les valeurs ci-dessus correspondent approximativement aux épaisseurs suivantes:

- 600 g/m² = 85 µm;
- 500 g/m² = 70 µm;
- 375 g/m² = 54 µm;
- 300 g/m² = 43 µm.

Cependant, si la moyenne sur l'ensemble des échantillons est satisfaisante et s'il n'y a qu'un seul échantillon sur lequel la valeur moyenne n'est pas satisfaisante, on fait une contre-épreuve avec la même méthode suivant les conditions décrites en 6.4. Si le résultat de l'essai sur chaque échantillon est satisfaisant mais que la valeur moyenne de l'ensemble des échantillons n'est pas satisfaisante, un essai décisif doit être effectué soit par la méthode gravimétrique soit par la méthode microscopique (voir 7.5.1).

8 Essais de type

8.1 Essais

Les essais de type sont les suivants lorsqu'ils sont spécifiés sur le plan approprié:

- a) essai de cycle de température (7.3); uniquement lorsque l'essai de flexion est requis;
- b) essai de pression (8.2);

Small uncoated spots are permissible. The maximum area of an uncoated spot may be 4 mm²; but the whole uncoated surface shall be not more than

- 0,5 % of the approximate total surface of the ferrous metal part when the total surface is less than 4 000 mm²;
- 20 mm² when the total surface is between 4 000 mm² and 100 000 mm²;
- 0,02 % of the approximate total surface of the ferrous metal part when the total surface exceeds 100 000 mm², in which case the maximum area of an uncoated spot may be 7 mm².

The coating shall be sufficiently adherent to withstand handling consistent with normal use of the article without peeling or flaking.

NOTE Ferrous parts with screw threads are galvanized after threading. Nuts and tapped holes are tapped after galvanizing, unless otherwise agreed between the purchaser and the manufacturer. After tapping, the internal threads should be protected by an adequate coating of oil, grease, or other suitable product.

7.5.2.2 Acceptance criteria for the value of coating mass

The coating mass value given by the arithmetic average of measurements shall be not less than the minimum value specified below.

The following standard minimum values are applicable, unless the purchaser and manufacturer have agreed beforehand on higher values if the insulators are to be used in unusually severe conditions.

Minimum average coating mass:

- for iron and steel castings and forgings:
600 g/m² for all samples, with 500 g/m² on any individual sample;
- for bolts, nuts and washers:
375 g/m² for all samples, with 300 g/m² on any individual sample.

NOTE For guidance, the approximate thickness equivalent to the above values are

- 600 g/m² = 85 µm;
- 500 g/m² = 70 µm;
- 375 g/m² = 54 µm;
- 300 g/m² = 43 µm.

However, if the average value for all samples is satisfactory and if the average value of only one individual sample is not satisfactory, a retest is made by the same procedure as in 6.4. If the result for each individual sample is satisfactory, but the average value for the samples is not satisfactory, a decisive test shall be made by either the gravimetric or the microscopical method (see 7.5.1).

8 Type tests

8.1 Tests

The type tests are the following when specified on the relevant drawing:

- a) temperature cycle test (7.3); only when mechanical failing load tests are specified;
- b) pressure test (8.2);

- c) essai de flexion (8.3);
- d) essais de torsion, traction et compression (7.2.3, 7.2.4, 7.2.5); suivant spécification sur le plan approprié.

8.2 Essai de pression

L'essai de pression doit être exécuté selon les conditions et les critères d'acceptation spécifiés en 7.2.

8.2.1 Essai de pression sur des isolateurs creux ou des corps d'isolateur creux destinés à un usage général

L'isolateur doit résister à l'essai de pression d'une valeur supérieure à la pression de calcul durant 5 min sans rupture. L'essai de pression dépend de l'utilisation finale sur l'appareil et doit être spécifié sur le plan.

8.2.2 Essai de pression sur des isolateurs creux ou des corps d'isolateur creux en céramique utilisés sous pression permanente de gaz

L'essai de pression dépend de l'utilisation finale sur l'appareil et doit être spécifié sur le plan. L'isolateur doit supporter 4,25 fois la pression de calcul pendant 5 min sans défaillance. La pression de calcul doit être déterminée par le fabricant de l'appareil. Les détails pour déterminer la pression de calcul sont donnés en 5.2.

Après avoir satisfait au critère d'acceptation (7.2.1.4) afin d'obtenir des informations supplémentaires, la pression doit être augmentée jusqu'à atteindre la charge de rupture mécanique. Celle-ci doit être consignée dans les certificats d'essai de type et d'essai sur prélèvements.

8.3 Essai de flexion

L'essai de flexion doit être exécuté selon les conditions et critères d'acceptation spécifiés en 7.2.

8.3.1 Essai de flexion sur des isolateurs creux ou des corps d'isolateur creux destinés à un usage général

Un moment égal à 70 % de la valeur du moment fléchissant d'essai de type doit être appliqué à l'enveloppe isolante dans quatre directions à 90° l'une de l'autre et maintenu pendant 10 s dans chacune des trois premières directions. Quand cette valeur du moment est atteinte dans la quatrième direction, elle doit être portée à 100 % du moment fléchissant d'essai de type en 30 s à 90 s et maintenue à cette valeur pendant 1 min.

8.3.2 Essai de flexion sur des isolateurs creux ou des corps d'isolateur creux en céramique utilisés sous pression permanente de gaz

Le moment de tenue à la flexion d'essai de type dépend de l'utilisation finale sur l'appareil et doit être spécifié sur le plan. Le moment de tenue à la flexion est déterminé par le fabricant de l'appareil. Les détails pour déterminer le calcul du moment fléchissant sont donnés en 5.2.

Un moment égal à 70 % de la valeur du moment fléchissant d'essai de type doit être appliqué à l'enveloppe isolante dans quatre directions à 90° l'une de l'autre, et maintenu pendant 10 s dans chacune des trois premières directions. Quand cette valeur du moment est atteinte dans la quatrième direction, elle doit être portée à 100 % du moment fléchissant d'essai de type en 30 s à 90 s et maintenue à cette valeur pendant 1 min.

Après avoir satisfait au critère d'acceptation (7.2.2.2) afin d'obtenir des informations supplémentaires, la charge de flexion doit être augmentée jusqu'à atteindre la charge de rupture mécanique. Celle-ci doit être consignée dans les certificats d'essai de type et d'essai sur prélèvements.

- c) bending test (8.3);
- d) torsion, tension or compression tests (7.2.3, 7.2.4, 7.2.5); when specified on the relevant drawing.

8.2 Pressure test

The pressure test shall be performed under the conditions and acceptance criteria mentioned in 7.2.

8.2.1 Pressure test for hollow insulators or hollow insulator bodies intended for general use

The insulator shall withstand a test pressure which is higher than the design pressure for 5 min without failure. The test pressure is dependent on equipment design and shall be specified on the drawing.

8.2.2 Pressure test for ceramic hollow insulators or hollow insulator bodies intended for use with permanent gas pressure

The type test withstand pressure is dependent on equipment design and shall be specified on the drawing. The insulator shall withstand 4,25 times the design pressure for 5 min without failure. The design pressure shall be determined by the equipment manufacturer. Details for the determination of the design pressure are given in 5.2.

After satisfying the acceptance criteria (7.2.1.4) and to provide additional information, the pressure shall be increased until the mechanical failing load is reached. The value of the mechanical failing load shall be recorded in the type test and sample test certificates.

8.3 Bending test

The bending test shall be performed under the conditions and acceptance criteria mentioned in 7.2.

8.3.1 Bending test for hollow insulators or hollow insulator bodies intended for general use

Seventy per cent of the type test withstand bending moment shall be applied to the insulator in four directions at 90° to each other and shall be maintained for 10 s in each of the first three directions. On reaching this value in the fourth direction, the bending moment shall be increased to 100 % of the type test withstand bending moment in a further 30 s to 90 s and shall be maintained for 1 min.

8.3.2 Bending test for ceramic hollow insulators or hollow insulator bodies intended for use with permanent gas pressure

The type test withstand bending moment is dependent on equipment design and shall be specified on the drawing. The withstand bending moment shall be determined by the equipment manufacturer. Details for the determination of the design bending load are given in 5.2.

Seventy per cent of the type test withstand bending moment shall be applied to the insulator in four directions at 90° to each other and shall be maintained for 10 s in each of the first three directions. On reaching this value in the fourth direction, the bending moment shall be increased to 100 % of the type test withstand bending moment in a further 30 s to 90 s and shall be maintained for 1 min.

After satisfying the acceptance criteria (7.2.2.2) and to provide additional information, the bending moment shall be increased until the mechanical failing load is reached. The value of the mechanical failing moment shall be recorded in the type test and sample test certificates.

9 Essais de prélèvement

9.1 Essais sur des isolateurs creux ou des corps d'isolateur creux destinés à un usage général

Les isolateurs pour essais doivent être soumis aux essais suivants:

- a) vérification des dimensions (7.1);
- b) contrôle de la rugosité des parties meulées (7.1);
- c) vérification de l'absence de porosité (7.4); applicable uniquement pour les isolateurs en céramique;
- d) essai de cycle de température (7.3);
- e) vérification de la qualité de la galvanisation (7.5); pour les isolateurs isolants creux munis d'armatures métalliques en fonte ou en fonte malléable;
- f) essai de pression (8.2.1); lorsque celui-ci est spécifié sur le plan;
- g) essai de flexion (8.3.1); lorsque celui-ci est spécifié sur le plan;
- h) essais de torsion, traction et compression (7.2.3, 7.2.4, 7.2.5), lorsque spécifiés sur le plan.

9.2 Essais sur des isolateurs creux ou des corps d'isolateur creux en céramique utilisés sous pression permanente de gaz

Les isolateurs pour essais doivent être soumis aux essais suivants:

- a) vérification des dimensions (7.1);
- b) contrôle de la rugosité des parties meulées (7.1);
- c) vérification de l'absence de porosité (7.4);
- d) essai de cycle de température (7.3);
- e) vérification de la qualité de la galvanisation (7.5); pour les isolateurs isolants creux munis d'armatures métalliques en fonte ou en fonte malléable;
- f) essai de pression (8.2.2);
- g) essai de flexion (8.3.2);
- h) essais de torsion, traction et compression (7.2.3, 7.2.4, 7.2.5) lorsque celui-ci est spécifié sur le plan.

10 Essais individuels

10.1 Essais sur des isolateurs creux ou des corps d'isolateur creux destinés à un usage général

Les essais de routine comprennent ce qui suit:

- a) examen visuel (10.3);
- b) essai électrique individuel (10.4);
- c) essai de pression (10.5.1) lorsque celui-ci est spécifié sur le plan;
- d) essai de flexion (10.5.2) lorsque celui-ci est spécifié sur le plan;
- e) autres essais mécaniques (10.5.3) lorsque celui-ci est spécifié sur le plan;
- f) essai de choc thermique (10.7) applicable uniquement aux isolateurs en verre trempé.

Par accord entre le fabricant et l'acheteur, d'autres essais tels que la vérification dimensionnelle (7.1) et les essais mécaniques (10.5) peuvent être réalisés.

9 Sample tests

9.1 Tests for hollow insulators or hollow insulator bodies intended for general use

The test insulators shall be subjected to the following tests:

- a) verification of dimensions (7.1);
- b) control of the roughness of the ground parts (7.1);
- c) porosity test (7.4); applicable only to ceramic insulators;
- d) temperature cycle test (7.3);
- e) galvanizing test (7.5); for cast iron and malleable cast iron fittings;
- f) pressure test (8.2.1); when specified on the relevant drawing;
- g) bending test (8.3.1); when specified on the relevant drawing;
- h) torsion, tension or compression tests (7.2.3, 7.2.4, 7.2.5); when specified on the relevant drawing.

9.2 Tests for ceramic hollow insulators or hollow insulator bodies intended for use with permanent gas pressure

The test insulators shall be subjected to the following tests:

- a) verification of dimensions (7.1);
- b) control of the roughness of the ground parts (7.1);
- c) porosity test (7.4);
- d) temperature cycle test (7.3);
- e) galvanizing test (7.5); for cast iron and malleable cast iron fittings;
- f) pressure test (8.2.2);
- g) bending test (8.3.2);
- h) torsion, tension or compression tests (7.2.3, 7.2.4, 7.2.5); when specified on the relevant drawing.

10 Routine tests

10.1 Tests for hollow insulators or hollow insulator bodies intended for general use

The routine tests comprise:

- a) visual examination (10.3);
- b) electrical test (10.4);
- c) pressure test (10.5.1) when specified on the relevant drawing;
- d) bending tests (10.5.2) when specified on the relevant drawing;
- e) other mechanical tests (10.5.3) when specified on the relevant drawing;
- f) thermal shock test (10.7); applicable only to toughened glass insulators.

Additional tests such as verification of relevant dimensions (7.1) and mechanical tests (10.5) may be performed after agreement between manufacturer and purchaser.

10.2 Essais sur des isolateurs creux ou des corps d'isolateur creux en céramique utilisés sous pression permanente de gaz

Les essais de routine comprennent ce qui suit:

- a) examen visuel (10.3);
- b) essai électrique individuel (10.4);
- c) essai de pression (10.6.1);
- d) essai de flexion (10.6.2);
- e) autres essais mécaniques (10.6.3) lorsque ceux-ci sont spécifiés sur le plan.

Selon accord entre le fabricant et l'acheteur, d'autres essais tels que la vérification dimensionnelle (7.1) et l'essai de cycle de température (7.3) peuvent être réalisés.

10.3 Examen visuel individuel

Chaque isolateur creux ou corps d'isolateur creux doit être examiné. L'assemblage des parties métalliques sur les parties isolantes doit être en conformité avec le plan.

10.3.1 Isolateur creux ou corps d'isolateur creux en matériau céramique

10.3.1.1 Couleur de l'émail

La couleur de l'isolateur doit correspondre sensiblement à la couleur spécifiée sur le plan. De légères variations sur la teinte de l'émail sont permises et ne peuvent pas faire l'objet d'un rejet de l'isolateur. Cela s'applique aux zones où l'épaisseur d'émail est plus faible, par exemple sur les bords d'aillettes à faible rayon.

10.3.1.2 Aspect de surface

Les parties émaillées et non émaillées doivent respecter les propriétés suivantes:

- l'émail doit être lisse, dur et brillant. Les surfaces émaillées doivent être sans fissures, éclat et sans retrait, soufflure, inclusion ou autres défauts préjudiciables à une bonne tenue en service. Ces défauts sont considérés comme des défauts d'émail et leur évaluation se fait en fonction de la taille des défauts;
- les éclats d'émail près des surfaces usinées ou chanfreinées ne sont pas permis;
- le scellement ne doit pas rester sur des surfaces à l'intérieur et à l'extérieur de l'isolateur.

Surfaces extérieures: une inclusion dans l'émail ne doit pas dépasser la surface de plus de 2 mm.

Surfaces intérieures:

- aucune protubérance pointue ni cavité sur la surface intérieure n'est permise;
- des cavités lisses ou des traces d'usinage d'une profondeur maximum de 2 mm sont permises.

10.3.1.3 Défauts d'émail

Les défauts d'émail sont des endroits sans émail, des éclats, des inclusions dans l'émail et des piqûres.

La surface totale des défauts d'émail sur chaque isolateur ne doit pas dépasser

$$100 + \frac{D \times L_c}{2\,000} \quad \text{mm}^2$$

10.2 Tests for ceramic hollow insulators or hollow insulator bodies intended for use with permanent gas pressure

The routine tests comprise

- a) visual examination (10.3);
- b) electrical test (10.4);
- c) pressure test (10.6.1);
- d) bending test (10.6.2);
- e) other mechanical tests (10.6.3) when specified on the relevant drawing.

Additional tests such as verification of relevant dimensions (7.1) and temperature cycle test (7.3) may be performed by agreement between manufacturer and purchaser.

10.3 Routine visual inspection

Each hollow insulator or hollow insulator body shall be examined. The mounting of the metallic fittings on the insulating parts shall be in accordance with the drawings.

10.3.1 Hollow insulators or hollow insulator bodies of ceramic material

10.3.1.1 Colour of glaze

The colour of the insulator shall correspond approximately to the colour specified on the drawing. Some variation in the shade of the glaze is permitted and shall not justify rejection of the insulator. This is valid also for areas where the glaze is thinner and therefore lighter, for example, on edges with small radii.

10.3.1.2 Surface appearance

The glazed and unglazed surfaces shall fulfil the following properties:

- the glaze shall be a smooth and shining hard glaze. The surfaces shall be free from cracks, scratches and without wrinkles, blisters, glaze inclusions or other defects prejudicial to satisfactory performance in service. These defects are treated as single glaze defects for evaluation of allowed size of defects;
- chipping of glaze at the border to ground or chamfered surfaces shall not be allowed;
- cement shall not remain on surfaces inside or outside the insulator.

External surfaces: any single glaze inclusion shall not protrude more than 2 mm, from the surface.

Internal surfaces:

- no sharp protrusions or depressions from the surface are allowed;
- smooth cavities or tool marks up to a depth of 2 mm are allowed.

10.3.1.3 Glaze defects

Glaze defects are spots without glaze, chips, inclusions in the glaze, and pinholes.

The total area of glaze defects on each insulator shall not exceed

$$100 + \frac{D \times L_c}{2000} \text{ mm}^2$$

Surfaces extérieures:

$D = D_o$, où D_o est le plus grand diamètre de l'isolateur exprimé en millimètres (mm);

$L_c = L_{co}$, où L_{co} est la ligne de fuite de l'isolateur exprimée en millimètres (mm).

Surfaces intérieures:

$D = D_i$, où D_i est le plus grand diamètre intérieur de l'isolateur exprimé en millimètres (mm);

$L_c = L_{ci}$, où L_{ci} est la ligne de fuite intérieure de l'isolateur exprimée en millimètres (mm).

La surface de chaque défaut d'émail ne doit pas dépasser

100 mm² pour $D_o \times L_{co} \leq 30 \times 10^5$

200 mm² pour $D_o \times L_{co} > 30 \times 10^5$

où D_o et L_{co} sont définis ci-dessus.

Sur l'intérieur et l'extérieur du fût de l'isolateur, chaque défaut d'émail ne doit pas dépasser 25 mm².

De très petites piqûres, d'un diamètre inférieur à 1,0 mm (par exemple celles qui sont dues aux particules de poussière pendant l'émaillage), ne doivent pas être incluses dans la surface totale des défauts d'émail. Cependant, il ne doit pas y avoir plus de 15 piqûres sur une surface de 50 mm × 10 mm. D'autre part, le nombre total de piqûres sur l'isolateur ne doit pas excéder

$$50 + \frac{D_o \times L_{co}}{1500}$$

où D_o et L_{co} sont définis ci-dessus.

10.3.1.4 Joints de scellement

Si un isolateur creux est muni de parties métalliques scellées au corps d'isolateur creux, les joints de scellement doivent respecter les propriétés suivantes:

- le remplissage des joints de scellement doit être homogène;
- le scellement ne doit pas s'enlever facilement ou se relâcher pendant l'essai de routine.

De petites fissures radiales, mais non circonférentielles, dans le joint de scellement peuvent être acceptées.

10.3.2 Isolateur creux ou corps d'isolateur creux en matériau de verre

L'enveloppe isolante en verre ne doit présenter aucun défaut de surface tel que pli ou soufflure, préjudiciable à son comportement en service. Il ne doit pas y avoir dans le verre de bulles ayant un diamètre supérieur à 5 mm. Une bulle unique ou une série de bulles ne doit pas réduire l'épaisseur de paroi de plus de 25 %.

10.4 Essai électrique individuel

Cet essai est destiné à vérifier la qualité de la paroi du corps d'isolateur creux.

Les corps d'isolateur creux comportant plusieurs collages époxy doivent être testés seulement au niveau des joints de collage sachant que chacune des pièces a préalablement été testée.

NOTE Lorsqu'un corps d'isolateur creux ne comporte aucun collage effectué avant ou après cuisson, c'est-à-dire lorsqu'elle a été fabriquée uniquement par extrusion, un accord entre le fabricant et l'acheteur peut intervenir pour supprimer l'essai électrique individuel.

For external surfaces:

$D = D_o$, where D_o is the greatest external diameter in millimetres (mm) of the insulator;

$L_c = L_{co}$, where L_{co} is the creepage distance in millimetres (mm) of the insulator.

For internal surfaces:

$D = D_i$, where D_i is the greatest internal diameter in millimetres (mm) of the insulator;

$L_c = L_{ci}$, where L_{ci} is the internal creepage distance in millimetres (mm) of the insulator.

The area of any single glaze defect shall not exceed

100 mm² for $D_o \times L_{co} \leq 30 \times 10^5$

200 mm² for $D_o \times L_{co} > 30 \times 10^5$

where D_o and L_{co} are as defined above.

On the inner and outer core of the insulator the single glaze defect shall not exceed 25 mm².

Very small pinholes, of a diameter less than 1,0 mm (for example, those caused by particles of dust during glazing) shall not be included in the total area of glaze defects. However, in any area 50 mm × 10 mm the number of pinholes shall not exceed 15. Furthermore, the total number of pinholes on the insulator shall not exceed

$$50 + \frac{D_o \times L_{co}}{1500}$$

where D_o and L_{co} are as defined above.

10.3.1.4 Cement joints

If a hollow insulator is equipped with metal end fittings cemented to the hollow insulator body the cemented joints shall fulfil the following properties:

- the cement filling of the joints shall be homogenous;
- the cement must not be easily removed or loosened during the routine test.

Radial hairline cracks, but not circumferential cracks, in the cement joint can be accepted.

10.3.2 Hollow insulators or hollow insulator bodies of glass material

The insulator shall exhibit no surface faults such as wrinkles or blisters liable to affect its behaviour in service. There shall be no bubble in the glass with a diameter greater than 5 mm. No single bubble or series of bubbles shall reduce the wall thickness by more than 25 %.

10.4 Electrical routine test

The electrical routine test is intended to verify the soundness of the wall of hollow insulator bodies.

Hollow insulator bodies made of sections joined with epoxy may be tested only at the joints provided that the individual pieces have been previously tested.

NOTE When a hollow insulator body does not contain any joints made before or after firing, for example, when it is manufactured solely by extrusion, the electrical routine test may be eliminated by agreement between manufacturer and purchaser.

10.4.1 Procédure d'essai

Cet essai est destiné à vérifier la qualité de la paroi du corps d'isolateur creux par application d'une tension électrique entre des électrodes internes et externes.

On doit appliquer, entre l'électrode interne et externe, une tension alternative de fréquence comprise entre 15 Hz et 100 Hz. La valeur efficace est égale au moins à 1,5 kV par millimètre d'épaisseur de la paroi du corps d'isolateur creux en son endroit le plus mince, avec un minimum de 35 kV. Cette tension doit être maintenue durant 5 min.

Pour les petites enveloppes isolantes, la tension de 35 kV ne peut pas toujours être appliquée car le contournement peut se produire avant. Dans ce cas, on doit appliquer la plus haute tension possible.

NOTE 1 Exemples d'électrodes internes:

- de l'eau remplissant le corps d'isolateur creux dont une extrémité a été obturée;
- un conducteur épousant le profil intérieur.

NOTE 2 Exemples d'électrodes externes:

- chaînes,
- câbles,

placés sur la paroi externe aux endroits reconnus nécessaires et en particulier aux jointures effectuées pendant la fabrication.

10.4.2 Critères d'acceptation

Tous les corps d'isolateur creux qui n'ont pas été perforés durant cet essai sont acceptés.

10.5 Essais mécaniques de routine sur isolateurs creux ou corps d'isolateur creux destinés à un usage général

Il peut être nécessaire de réaliser des essais mécaniques de routine suivant l'application finale de l'isolateur creux ou du corps d'isolateur creux en service. Dans ce cas, l'essai mécanique de routine doit être spécifié sur le plan.

10.5.1 Essai individuel de pression

L'isolateur creux ou le corps d'isolateur creux doit subir les essais décrits en 7.2 si ceux-ci sont spécifiés. L'isolateur doit résister à une pression d'essai de routine d'une valeur supérieure à la pression de calcul durant 1 min. L'essai de pression dépend de l'utilisation finale sur l'appareil et doit être spécifié sur le plan. Si l'essai de pression est demandé, il doit être marqué sur les surfaces meulées de l'isolateur (en dehors de la zone de scellement) ou par tampon sur la ferrure d'extrémité, si possible.

10.5.2 Essai individuel de flexion

10.5.2.1 Isolateurs creux

L'isolateur creux doit subir les essais décrits en 7.2 si ceux-ci sont spécifiés. Dans ce cas, chaque isolateur creux doit subir un moment d'essai à la flexion, en quatre directions perpendiculaires, maintenu pendant 10 s dans chaque direction. La valeur d'essai de routine doit être égale à 50 % du moment de flexion d'essai de type.

En variante, par accord entre le fabricant et l'acheteur, lors de la commande, un moment d'essai à la flexion, jusqu'à 70 % de la charge de rupture spécifiée, peut être appliqué dans plus d'une direction, et pendant 10 s pour chaque direction.

10.4.1 Test procedure

The soundness of the wall of the hollow insulator body is checked between internal and external electrodes.

An alternating voltage with a frequency in the range of 15 Hz to 100 Hz shall be applied between the internal and external electrodes. The applied voltage shall not be less than 1,5 kV r.m.s. per mm of wall thickness of the hollow insulator body at its thinnest point with a minimum of 35 kV r.m.s. This voltage shall be maintained for 5 min.

For small hollow insulator bodies, the minimum voltage 35 kV may not always be applicable because of flashover. In such cases, the highest practical voltage shall be applied.

NOTE 1 Typical examples of internal electrodes are

- water filling the hollow insulator body, one end of which has been closed;
- a conductor applied to the internal profile.

NOTE 2 Typical examples of external electrodes are

- chains;
- wires

placed on the external core diameter as considered necessary and particularly at any joints made during manufacture.

10.4.2 Acceptance criteria

All hollow insulator bodies which do not puncture during the test are accepted.

10.5 Routine mechanical tests for hollow insulators or hollow insulator bodies intended for general use

Depending on the service application of the hollow insulator or hollow insulator body and its design, it may be necessary to perform mechanical routine tests. In such a case the mechanical routine test shall be specified on the drawing.

10.5.1 Routine pressure test

If applicable the hollow insulator or hollow insulator body shall be tested according to the general requirements of 7.2. In such a case each insulator shall be tested at a routine test pressure which is higher than the design pressure for 1 min. The test pressure is dependent on equipment design and shall be specified on the drawing. The test pressure shall, if required, be marked on the ground surface of the insulator body (outside the intended sealing area) or by stamping on the metal fitting if applicable.

10.5.2 Routine bending test

10.5.2.1 Hollow insulators

If applicable, the hollow insulator shall be tested according to the general requirements of 7.2. In such a case each hollow insulator shall be tested to the routine bending moment in four mutually perpendicular directions, each for 10 s. The value of the routine bending moment shall be 50 % of the withstand bending moment.

Alternatively, by agreement between purchaser and the manufacturer at the time of ordering, a bending test with a load up to 70 % of the specified mechanical failing load may be applied in more than one direction, each for 10 s.

10.5.2.2 Corps d'isolateur creux

Une variante à l'essai individuel de flexion sur un isolateur creux peut consister, après accord entre le fabricant et l'acheteur, en un essai mécanique sur le corps d'isolateur creux.

Dans ce cas, chaque corps d'isolateur creux doit subir un moment d'essai à la flexion, en quatre directions perpendiculaires, avant scellement. Elles doivent être suffisamment élevées afin de s'assurer que les contraintes de flexion obtenues dans chaque position sur toute la longueur de la partie isolante soient équivalentes à au moins 70 % de la contrainte correspondante dans cette position, n'excédant pas 100 % de la valeur de tenue spécifiée à la flexion.

NOTE 1 Les méthodes pour les essais de routine des corps d'isolateur creux sont données dans l'Annexe B.

NOTE 2 Il est à remarquer que cet essai ne permet pas de vérifier les parties métalliques ou l'isolateur creux.

10.5.3 Essai mécanique de routine déterminé par l'utilisation en service

Pour des applications particulières en service, le fabricant et l'acheteur peuvent convenir d'un essai de routine différent, par exemple un essai de torsion, de traction ou de compression. Les détails de cet essai doivent être fixés lors de la commande.

10.5.4 Critères d'acceptation

Après l'essai mécanique de routine, chaque isolateur creux ou corps d'isolateur creux doit être soigneusement examiné et l'examen doit confirmer l'absence de défauts.

10.6 Essais mécaniques de routine sur isolateurs creux ou corps d'isolateur creux en céramique utilisés sous pression permanente de gaz

Les essais de routine de pression et de flexion sont obligatoires pour les isolateurs creux ou corps d'isolateur creux en céramique utilisés sous pression permanente de gaz. L'essai mécanique de routine doit être spécifié sur le plan.

10.6.1 Essai individuel de pression

Suivant les prescriptions générales pour l'essai de pression décrites en 7.2, chaque isolateur creux doit être testé à une pression d'essai égale à 3 fois la pression de calcul durant 1 min.

Pour les essais de routine des corps d'isolateur creux, chaque pièce doit être testée à une pression d'essai égale à 4,25 fois la pression de calcul durant 1 min.

L'essai doit être marqué sur les surfaces meulées de l'isolateur (en dehors de la zone de scellement) ou par tampon sur la ferrure d'extrémité.

Pour les éléments d'isolateurs creux ou les éléments de support isolant creux, l'essai individuel de pression peut être omis s'il peut être démontré que les contraintes dues à la pression de calcul sont faibles en comparaison aux contraintes dues au moment fléchissant maximal permanent en service (voir Annexe D).

10.6.2 Essai individuel de flexion

Conformément aux prescriptions générales pour les essais de flexion (7.2), l'isolateur creux doit être soumis à un moment fléchissant appliqué dans quatre directions. La valeur d'essai doit être égale à 70 % du moment fléchissant d'essai de type et doit être maintenue pendant 10 s dans chaque direction.

L'épreuve individuelle de flexion peut être omise sur les isolateurs creux pour lesquels il peut être démontré que les contraintes dues au moment fléchissant maximal permanent en service sont faibles en comparaison avec les contraintes dues à la pression de calcul (voir Annexe D).

10.5.2.2 Hollow insulator bodies

As an alternative to a routine bending test on a hollow insulator, the routine bending test may, by agreement between the purchaser and the manufacturer, be made on the hollow insulator body.

In this case, bending loads shall be applied in four mutually perpendicular directions. They shall be of sufficient magnitude to ensure that the bending stress achieved at each position along the free or unsupported length of the hollow insulating part is equivalent to at least 70 % and not exceeding 100 % of the stress at that position corresponding to the withstand bending moment.

NOTE 1 Suitable methods for routine bending tests of hollow insulator bodies are indicated in Annex B.

NOTE 2 It should be noted that this test does not verify the metal fittings or the hollow insulator.

10.5.3 Routine mechanical test determined by service applications

When required by service applications, the purchaser and the manufacturer may agree to a different form of routine test, for example, a torsion test, tensile test or a compressive test. The details shall be agreed at the time of placing the order.

10.5.4 Acceptance criteria

After the mechanical routine test, visual examination of the hollow insulator or hollow insulator body shall confirm the absence of damage.

10.6 Routine mechanical tests for ceramic hollow insulators or hollow insulator bodies intended for use with permanent gas pressure

Routine pressure and bending tests are compulsory for ceramic hollow insulators or hollow insulator bodies intended for use with permanent gas pressure. The mechanical routine test shall be specified on the drawing.

10.6.1 Routine pressure test

In accordance with the general requirements of pressure testing (7.2) each hollow insulator shall be tested at a test pressure of three times the design pressure for 1 min.

For routine tests of hollow insulator bodies, each shall be tested at a test pressure of 4,25 times the design pressure for 1 min.

The test pressure shall be marked on the ground surface of the insulator body (outside the intended sealing area) or by stamping on the metal fittings.

For hollow insulator units or hollow post insulator units, the routine pressure test may be omitted if it can be demonstrated that the stresses due to the design pressure are small compared to the stresses due to the maximum permanent bending moment in service (see Annex D).

10.6.2 Routine bending test

The hollow insulator shall be tested with the routine bending moment in four directions and in accordance with the general requirements for bending tests (7.2). The value shall be 70 % of the type-test withstand bending moment and shall be maintained for 10 s in each direction.

The routine bending test may be omitted for the hollow insulators for which it can be demonstrated that the stresses due to the maximum permanent bending moment in service are small compared to the stresses due to the design pressure (see Annex D).

La méthode d'essai doit faire l'objet d'un accord entre le fabricant et l'acheteur. L'exécution satisfaisante de l'essai doit être attestée par l'apposition d'une marque effectuée sur une surface meulée de l'enveloppe isolante, ou tamponnée sur une armature.

NOTE Des essais sur des corps d'isolateur creux avec des charges plus élevées sont possibles.

10.6.3 Essai mécanique de routine déterminé par l'utilisation en service

Pour des applications particulières en service, le fabricant et l'acheteur peuvent convenir d'un essai de routine différent, par exemple un essai de torsion, de traction ou de compression. Les détails de ces essais doivent être fixés lors de la commande.

10.6.4 Critères d'acceptation

Après l'essai mécanique de routine, chaque isolateur creux ou corps d'isolateur creux doit être soigneusement examiné, et l'examen doit confirmer l'absence de défauts.

10.7 Essai individuel de choc thermique

Avant assemblage ou scellement des armatures métalliques, les parties en verre trempé doivent être rapidement et complètement immergées dans de l'eau maintenue à une température n'excédant pas 50 °C, après avoir été chauffées par de l'air chaud ou par tout autre moyen convenable, à une température uniforme d'au moins 100 K supérieure à celle de l'eau.

Les parties en verre trempé qui cassent pendant cet essai doivent être rejetées.

11 Documentation

11.1 Marquage

Chaque corps d'isolateur creux doit être marqué, sur une surface vernie extérieure ou en surface du verre, du nom ou de la marque du fabricant, et de l'année de fabrication. Le marquage du numéro de pièce et du numéro de série est obligatoire pour tout corps d'isolateur creux en céramique. Ce marquage doit être lisible et indélébile.

11.2 Certificats

Pendant au moins 10 ans, le fabricant doit conserver des archives de tous les isolateurs creux ou corps d'isolateur creux produits selon la présente norme. Ces archives doivent contenir les informations suivantes:

- numéro de pièce si requis (11.1);
- numéro de série si requis (11.1);
- date de fabrication;
- essais de type, date et résultats;
- essais sur prélèvements, date et résultats;
- essais individuels, date et résultats.

Sur demande, les certificats d'essais archivés doivent être remis à l'acheteur.

The test method shall be agreed between manufacturer and purchaser. Insulators having passed the routine bending moment test shall suitably be marked on a ground surface of the insulator or by stamping on the metal fittings.

NOTE Tests on hollow insulator bodies with higher loads are possible.

10.6.3 Routine mechanical test determined by service applications

When required by service applications, the purchaser and the manufacturer may agree to a different form of routine test, for example, a torsion test, tensile test or a compressive test. The details shall be agreed at the time of placing the order.

10.6.4 Acceptance criteria

After the mechanical routine test, visual examination of the hollow insulator or hollow insulator body shall confirm the absence of damage.

10.7 Routine thermal shock test

The toughened glass parts, before assembly or mounting of metal fittings, shall be quickly and completely immersed in water at a temperature not exceeding 50 °C, after having been heated by hot air or other suitable means, to a uniform temperature at least 100 K higher than that of the water.

Toughened glass parts which break during this test shall be rejected.

11 Documentation

11.1 Marking

Each hollow insulator body shall be marked, on an external glazed surface or glass surface, with the name or trademark of the manufacturer and the year of manufacture. The part number and serial number markings are compulsory for ceramic hollow insulator bodies intended for use with permanent gas pressure. These markings shall be legible and indelible.

11.2 Records

The manufacturer shall maintain records of all hollow insulators or hollow insulator bodies produced in accordance with this standard for a minimum of 10 years. These records shall contain the following information:

- part number if required (11.1);
- serial number if required (11.1);
- date of manufacture;
- type test, date and results;
- sample tests, date and results;
- routine tests, date and results.

The purchaser shall be provided with records upon request.

Annexe A (informative)

Méthodes d'essais pour les tolérances de parallélisme, coaxialité, excentricité, déviation angulaire, flèche et angle d'aillette des isolateurs creux ou des corps d'isolateur creux

Les méthodes d'essai pour les tolérances de forme et de position sont données uniquement à titre d'exemple. D'autres méthodes d'essai adéquates peuvent également être utilisées. Des valeurs typiques de tolérances sont données.

A.1 Parallélisme des faces d'extrémité

Voir Figure A.1.

- Pour $h \leq 1$ m, $p \leq 0,5$ mm.
- Pour $h > 1$ m, $p \leq 0,5 \times h$ mm avec h en mètres (m).

Les tolérances du parallélisme sont liées à un diamètre de 250 mm.

Mesure du parallélisme:

L'isolateur creux ou le corps d'isolateur creux est monté verticalement et centré sur une platine rigide, par exemple en utilisant des vis à tige conique et, si nécessaire, une plaque plate intermédiaire d'épaisseur uniforme. Sur la surface supérieure de l'enveloppe isolante, une plaque d'épaisseur uniforme est fixée soit au centre pour les corps d'isolateur creux soit en utilisant des vis à tige conique pour les isolateurs creux. Le dispositif de mesure A est lu pendant que l'on fait tourner l'enveloppe isolante sur la platine, et les valeurs maximales et minimales sont consignées. La différence entre ces valeurs, rapportée à un cercle de 250 mm de diamètre, correspond à l'erreur de parallélisme des faces d'extrémité de l'enveloppe isolante.

A.2 Coaxialité et excentricité

Voir Figure A.1.

La mesure de coaxialité s'applique aux isolateurs creux uniquement.

Coaxialité: $c = 2 \times e$

Excentricité: $e \leq 2 (1+h)$ mm avec h en mètres (m).

Mesure de la coaxialité et de l'excentricité:

En utilisant la même méthode de montage, une plaque circulaire est fixée concentriquement avec les trous de fixation sur la surface supérieure, par exemple en utilisant des vis à tige conique. On procède à la lecture du dispositif de mesure B en faisant tourner l'enveloppe isolante sur la platine; on consigne les valeurs minimales et maximales. L'excentricité est considérée comme étant égale à la moitié de la différence entre ces valeurs.

Annex A (informative)

Methods of testing for tolerances of parallelism, coaxiality, eccentricity, angular deviation, camber and shed angle of hollow insulators or hollow insulator bodies

Methods of testing for tolerances of form and position are only given as examples. Other adequate test methods may also be used. Typical values for tolerances are given.

A.1 Parallelism of the end faces

See Figure A.1.

- For $h \leq 1$ m, $p \leq 0,5$ mm.
- For $h > 1$ m, $p \leq 0,5 \times h$ mm with h in metres (m).

The tolerances of the parallelism are related to a diameter of 250 mm.

Measuring of parallelism:

The hollow insulator or hollow insulator body is mounted upright and centrally on a rigid turntable, for example, by using conical shank screws and an intermediate flat plate of uniform thickness, if necessary. On the top face of the insulator, a plate of uniform thickness is fixed either centrally for hollow insulator bodies or conical shank screws for hollow insulators. The measuring device A is read as the insulator is rotated on the turntable, and the maximum and minimum values noted. The difference between these values, related to a circle of 250 mm in diameter, is the error of the parallelism of the end faces of the insulator.

A.2 Coaxiality and eccentricity

See Figure A.1.

Measuring of coaxiality applies to hollow insulators only.

Coaxiality: $c = 2 \times e$

Eccentricity: $e \leq 2(1+h)$ mm with h in metres (m).

Measuring of coaxiality and eccentricity:

Using the same method of mounting, a circular plate is fixed concentrically with the fixing holes in the top surface, for example, by using conical shank screws. The measuring device B is read as the insulator is rotated on the turntable, and the maximum and the minimum values noted. The eccentricity is considered to be half the difference between these values.

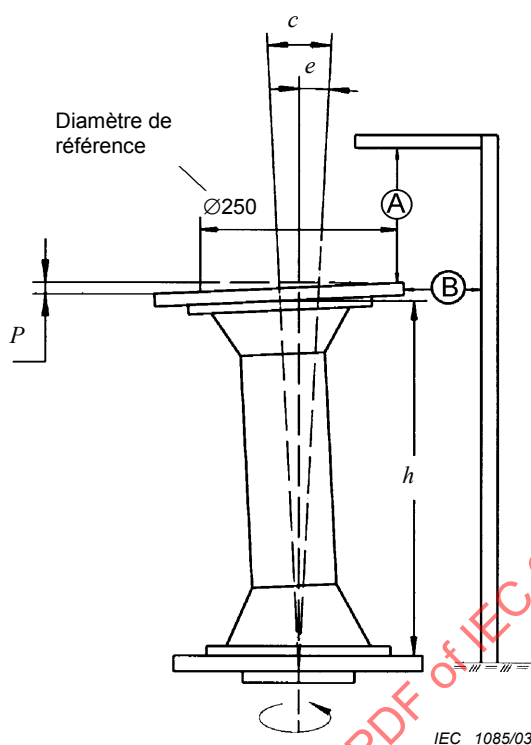


Figure A.1 – Mesure des tolérances de forme et de position

A.3 Décalage angulaire des trous de fixation

Tolérance de décalage: $-1^\circ \leq \alpha \leq +1^\circ$

Mesure du décalage angulaire des trous de fixation (voir Figure A.2):

L'isolateur creux est monté horizontalement, par exemple en utilisant des cales en V à chaque extrémité. Des vis ayant des tiges lisses usinées avec précision doivent être vissées dans les trous filetés des armatures métalliques. Si les trous sont lisses, des boulons coniques doivent être utilisés.

En utilisant un niveau à alcool précis à une extrémité et un niveau à alcool à lecture directe à l'autre extrémité, on détermine la position angulaire relative des trous de fixation comme cela est indiqué.

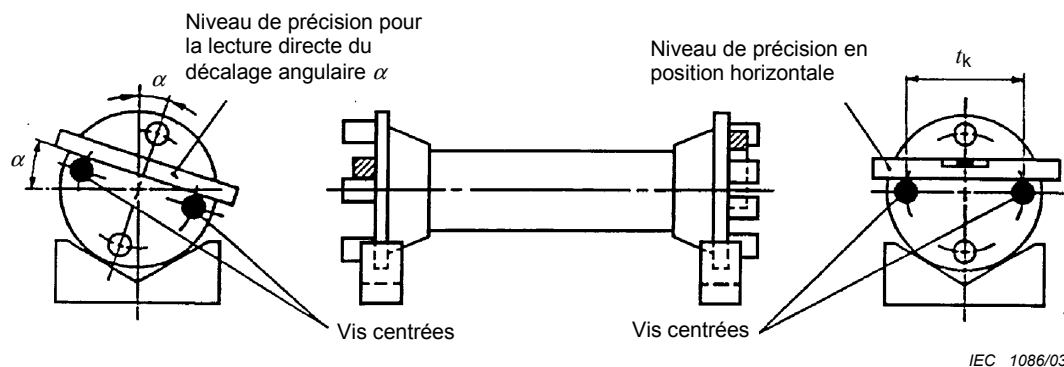


Figure A.2 – Mesurage du décalage angulaire des trous de fixation

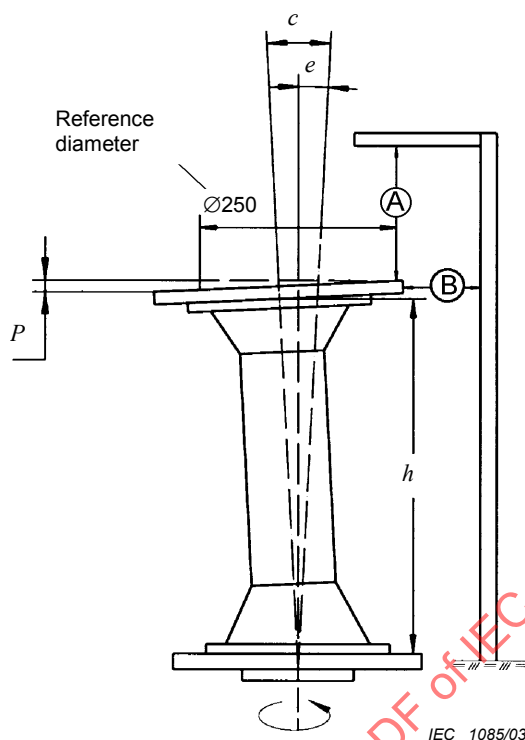


Figure A.1 – Measuring of tolerances of form and position

A.3 Angular deviation of fixing holes

Tolerance of the deviation: $-1^\circ \leq \alpha \leq +1^\circ$

Measuring of angular deviation of fixing holes (see Figure A.2):

The hollow insulator is mounted horizontally, for example using V-blocks at each end. Screws, having accurately machined plain shanks, shall be screwed into the tapped holes in the end fittings. In case the end fitting has plain holes, the shank bolts shall be used.

Using an accurate spirit level at one end, and a direct reading spirit level at the other end, the relative angular position of the fixing holes shall be determined as shown.

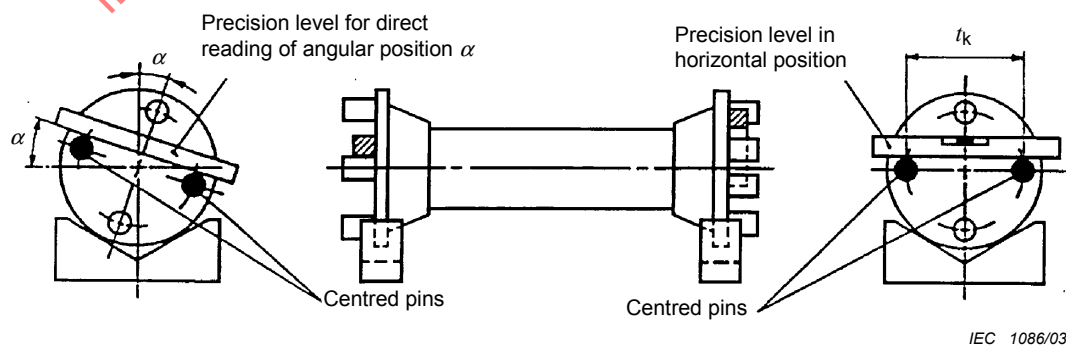


Figure A.2 – Measuring of angular deviation of fixing holes

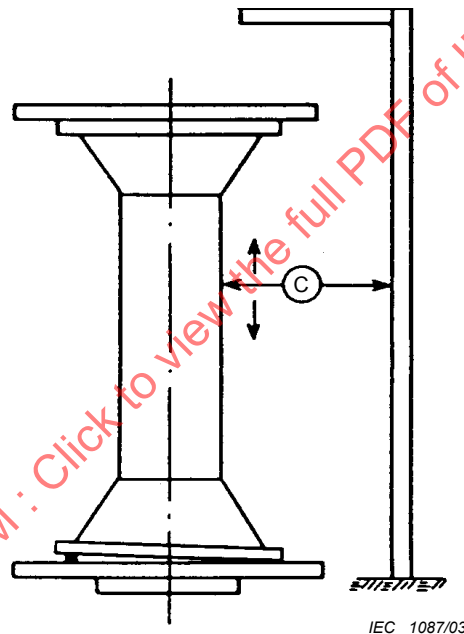
A.4 Flèche propre

L'isolateur creux ou le corps d'isolateur creux est monté de façon à ce qu'il puisse tourner autour d'un axe passant par les centres des diamètres intérieurs d'extrémité de l'enveloppe, ou aussi près que possible de ces derniers. L'isolateur effectue une rotation complète et la distance de la surface externe de la paroi à une référence plane parallèle à l'axe de rotation est mesurée. La différence $X_{\max} - X_{\min}$ résultant de la rotation de 180° est déterminée (voir Figure 4).

La flèche est le résultat de la valeur maximale mesurée de $0,5 \times (X_{\max} - X_{\min})$.

Le dispositif de mesure est ensuite positionné à diverses hauteurs le long de l'axe de référence et son indication est lue pendant que l'on fait tourner l'isolateur creux. La différence entre les valeurs maximales et minimales est notée à chaque niveau.

La flèche peut être également vérifiée par le passage d'un gabarit intérieur.



IEC 1087/03

Figure A.3 – Méthode de mesure de la flèche propre

A.5 Inclinaison des ailettes

L'isolateur creux ou le corps d'isolateur creux est monté verticalement et centré sur une platine rigide. On peut utiliser la même méthode que celle décrite à la Figure A.1.

Sur la hauteur de l'isolateur un appareil de mesure D, qui intègre un niveau horizontal de référence et une partie mobile équipée de graduations angulaires, est fixé sur un bras vertical. Quand le bord de la partie mobile est aligné avec la surface supérieure de l'ailette, l'inclinaison ou l'angle de l'ailette peut être déterminée par la lecture des graduations.