

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC  
1325**

Première édition  
First edition  
1995-03

---

---

**Isolateurs pour lignes aériennes  
de tension nominale supérieure à 1 000 V –**

Eléments d'isolateurs en céramique ou en verre  
pour systèmes à courant continu –  
Définitions, méthodes d'essai et critères  
d'acceptation

**Insulators for overhead lines with a nominal  
voltage above 1 000 V –**

Ceramic or glass insulator units  
for d.c. systems –  
Definitions, test methods and acceptance  
criteria



Numéro de référence  
Reference number  
CEI/IEC 1325: 1995

## Numéros des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

## Publications 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.

## Validité de la présente publication

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

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

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

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**  
Accès en ligne\*
- **Catalogue des publications de la CEI**  
Publié annuellement et mis à jour régulièrement (Accès en ligne)\*

## Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

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

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

\* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

## Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

## Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. 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.

## Validity of this publication

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

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

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

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**  
On-line access\*
- **Catalogue of IEC publications**  
Published yearly with regular updates (On-line access)\*

## Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

## IEC publications prepared by the same technical committee

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

\* See web site address on title page.

NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD

CEI  
IEC  
1325

Première édition  
First edition  
1995-03

---

---

**Isolateurs pour lignes aériennes  
de tension nominale supérieure à 1 000 V –**

Eléments d'isolateurs en céramique ou en verre  
pour systèmes à courant continu –  
Définitions, méthodes d'essai et critères  
d'acceptation

**Insulators for overhead lines with a nominal  
voltage above 1 000 V –**

Ceramic or glass insulator units  
for d.c. systems –  
Definitions, test methods and acceptance  
criteria

© CEI 1995 Droits de reproduction réservés — Copyright — all rights reserved

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

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

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

---

---



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

	Pages
AVANT-PROPOS .....	8
<b>SECTION 1: GÉNÉRALITÉS</b>	
Articles	
1 Domaine d'application .....	10
2 Références normatives.....	12
3 Définitions .....	14
<b>SECTION 2: ISOLATEURS</b>	
4 Classification et type d'isolateurs .....	22
5 Matériaux isolants .....	22
6 Caractéristiques et particularités spécifiées d'un isolateur à courant continu .....	22
7 Identification des isolateurs .....	24
<b>SECTION 3: CLASSIFICATION DES ESSAIS, RÈGLES ET PROCÉDURES D'ÉCHANTILLONNAGE</b>	
8 Classification des essais.....	26
8.1 Essais de type .....	26
8.2 Essais sur prélèvements.....	26
8.3 Essais individuels .....	26
9 Assurance de la qualité .....	28
10 Procédures pour les essais de type et les essais sur prélèvements.....	28
10.1 Sélection des isolateurs pour les essais de type.....	28
10.2 Règles et procédures d'échantillonnage pour les essais sur prélèvements .....	28
10.3 Contre-épreuve pour les essais sur prélèvements.....	30
<b>SECTION 4: MÉTHODES D'ESSAI POUR LES ESSAIS ÉLECTRIQUES</b>	
11 Prescriptions générales pour les essais à haute tension.....	32
12 Conditions atmosphériques normales et facteurs de correction pour les essais électriques....	32
12.1 Atmosphère normalisée de référence .....	32
12.2 Facteurs de correction pour les conditions atmosphériques.....	32
13 Dispositif de montage pour les essais électriques .....	34
14 Essais aux chocs de foudre .....	34
14.1 Méthode d'essai.....	34
14.2 Critères d'acceptation .....	36
15 Essais de tension à courant continu à sec.....	36
15.1 Méthode d'essai.....	36
15.2 Critères d'acceptation .....	36
16 Essai de tenue à la perforation dans le SF <sub>6</sub> .....	36
16.1 Méthode d'essai.....	36
16.2 Critères d'acceptation .....	38
17 Essai de tenue à la perforation sous surtension de choc .....	38

## CONTENTS

	Page
FOREWORD .....	9
<b>SECTION 1: GENERAL</b>	
Clause	
1 Scope.....	11
2 Normative references .....	13
3 Definitions .....	15
<b>SECTION 2: INSULATORS</b>	
4 Insulator classes and type .....	23
5 Insulating materials.....	23
6 Specified characteristics and features of a d.c. insulator unit.....	23
7 Identification of insulators .....	25
<b>SECTION 3: CLASSIFICATION OF TESTS, SAMPLING RULES AND PROCEDURES</b>	
8 Classification of tests.....	27
8.1 Type tests .....	27
8.2 Sample tests.....	27
8.3 Routine tests.....	27
9 Quality assurance .....	29
10 Procedures for type and sample tests .....	29
10.1 Insulator selection for type tests .....	29
10.2 Sampling rules and procedures for sample tests .....	29
10.3 Re-test procedure for the sample tests .....	31
<b>SECTION 4: TEST PROCEDURES FOR ELECTRICAL TESTS</b>	
11 General requirements for high-voltage tests .....	33
12 Standard atmospheric conditions and correction factors for electrical tests .....	33
12.1 Standard reference atmosphere.....	33
12.2 Correction factors for atmospheric conditions .....	33
13 Mounting arrangements for electrical tests.....	35
14 Lightning impulse voltage tests.....	35
14.1 Test procedure .....	35
14.2 Acceptance criteria .....	37
15 Dry d.c. voltage tests .....	37
15.1 Test procedure .....	37
15.2 Acceptance criteria .....	37
16 SF <sub>6</sub> puncture withstand test.....	37
16.1 Test method.....	37
16.2 Acceptance criteria .....	39
17 Impulse overvoltage puncture withstand test.....	39

Articles	Pages
18 Essai de migration ionique.....	38
18.1 Conditions de référence utilisées pour calculer la charge attendue .....	38
18.2 Validité de l'essai.....	38
18.3 Procédure d'essai .....	40
18.4 Critères d'acceptation .....	44
19 Essai de résistance électrique du corps .....	44
19.1 Procédure d'essai .....	44
19.2 Critères d'acceptation .....	44
20 Essai d'emballement thermique.....	44
20.1 Durée .....	44
20.2 Procédure .....	44
20.3 Critères d'acceptation .....	46
21 Essai électrique individuel .....	46
<b>SECTION 5: MÉTHODES D'ESSAI POUR LES ESSAIS MÉCANIQUES ET AUTRES</b>	
22 Vérification des dimensions .....	48
23 Essai de rupture électromécanique.....	48
23.1 Procédure d'essai .....	48
23.2 Critères d'acceptation .....	50
23.3 Coefficient pour les essais de type.....	52
23.4 Coefficients pour les essais sur prélèvements.....	52
24 Essai de rupture mécanique .....	52
24.1 Procédure d'essai .....	52
24.2 Critères d'acceptation .....	52
25 Essai d'endurance thermomécanique .....	54
25.1 Procédure d'essai .....	54
25.2 Critères d'acceptation .....	54
26 Essai de résistance mécanique résiduelle.....	54
26.1 Essais précédents.....	54
26.2 Préparation des échantillons d'essai .....	54
26.3 Procédure d'essai .....	56
26.4 Résultats d'essai.....	56
26.5 Critères d'acceptation pour l'essai de type .....	56
26.6 Critères d'acceptation pour l'essai sur prélèvements.....	56
26.7 Comparaison des résultats d'essai de type et sur prélèvements.....	56
27 Vérification des déplacements axial, radial et angulaire.....	58
27.1 Procédure d'essai .....	58
27.2 Critères d'acceptation pour les isolateurs à capot et tige .....	58
27.3 Critères d'acceptation pour les isolateurs à fût long.....	58
28 Vérification du système de verrouillage .....	60
28.1 Conformité du dispositif de verrouillage .....	60
28.2 Vérification du verrouillage .....	60
28.3 Position du dispositif de verrouillage.....	60
28.4 Procédure pour l'essai de manoeuvre .....	62
28.5 Critères d'acceptation pour l'essai de manoeuvre .....	62

Clause	Page
18 Ion migration test .....	39
18.1 Reference conditions used to calculate the expected charge .....	39
18.2 Test validity .....	39
18.3 Test procedure .....	41
18.4 Acceptance criteria .....	45
19 Electrical body resistance test .....	45
19.1 Test procedure .....	45
19.2 Acceptance criteria .....	45
20 Thermal runaway test .....	45
20.1 Duration .....	45
20.2 Procedure .....	45
20.3 Acceptance criteria .....	47
21 Routine electrical test .....	47
<b>SECTION 5: TEST PROCEDURES FOR MECHANICAL AND OTHER TESTS</b>	
22 Verification of the dimensions .....	49
23 Electromechanical failing load test .....	49
23.1 Test procedure .....	49
23.2 Acceptance criteria .....	51
23.3 Coefficient for type tests .....	53
23.4 Coefficients for sample tests .....	53
24 Mechanical failing load test .....	53
24.1 Test procedure .....	53
24.2 Acceptance criteria .....	53
25 Thermal-mechanical performance test .....	55
25.1 Test procedure .....	55
25.2 Acceptance criteria .....	55
26 Residual mechanical strength test .....	55
26.1 Previous tests .....	55
26.2 Preparation of the test pieces .....	55
26.3 Test procedure .....	57
26.4 Test results .....	57
26.5 Acceptance criteria for the type test .....	57
26.6 Acceptance criteria for the sample test .....	57
26.7 Comparison between type and sample test results .....	57
27 Verification of the axial, radial and angular displacements .....	59
27.1 Test procedure .....	59
27.2 Acceptance criteria for cap and pin insulators .....	59
27.3 Acceptance criteria for long rod insulators .....	59
28 Verification of the locking system .....	61
28.1 Conformity of the locking device .....	61
28.2 Verification of locking .....	61
28.3 Position of the locking device .....	61
28.4 Procedure for the operation test .....	63
28.5 Acceptance criteria for the operation test .....	63

Articles	Pages
29 Essai de résistance aux variations brusques de température .....	62
29.1 Procédure d'essai pour les éléments de chaîne en matière céramique.....	62
29.2 Procédure d'essai spécial pour les isolateurs avec des grandes sections ou pour les très grands isolateurs .....	64
29.3 Spécifications complémentaires .....	64
29.4 Critères d'acceptation .....	66
30 Essai de choc thermique .....	66
30.1 Procédure d'essai .....	66
30.2 Critères d'acceptation .....	66
31 Vérification de l'absence de porosité .....	66
31.1 Procédure d'essai .....	66
31.2 Critères d'acceptation .....	66
32 Vérification de la qualité de la galvanisation.....	66
32.1 Procédures d'essai.....	68
32.2 Critères d'acceptation .....	68
33 Examen visuel individuel .....	70
33.1 Isolateurs avec parties isolantes en matière céramique .....	70
33.2 Isolateurs avec parties isolantes en verre .....	72
34 Essai mécanique individuel.....	72
35 Essai de la bague de zinc.....	74
35.1 Prescriptions générales concernant la bague de zinc.....	74
35.2 Procédure pour l'essai de type .....	74
35.3 Procédure pour l'essai sur prélèvements.....	74
36 Essai du collier de zinc.....	74
36.1 Prescriptions générales concernant le collier de zinc .....	74
36.2 Procédure pour l'essai de type et sur prélèvements .....	76
<b>SECTION 6: ESSAIS DES ÉLÉMENTS DE CHAÎNES D'ISOLATEURS</b>	
37 Généralités .....	78
Tableaux.....	80
Figures .....	85
<b>Annexes</b>	
A – Méthode de comparaison des résultats des essais électromécaniques ou mécaniques de type et sur prélèvements .....	88
B – Bibliographie .....	90

Clause	Page
29 Temperature cycle test .....	63
29.1 Test procedure for string insulator units composed of ceramic material.....	63
29.2 Special test procedure for insulators with thick sections or very large insulators.....	65
29.3 Complementary specifications.....	65
29.4 Acceptance criteria .....	67
30 Thermal shock test .....	67
30.1 Test procedure .....	67
30.2 Acceptance criteria .....	67
31 Porosity test .....	67
31.1 Test procedure .....	67
31.2 Acceptance criteria .....	67
32 Galvanizing test .....	67
32.1 Test procedures.....	69
32.2 Acceptance criteria .....	69
33 Routine visual inspection .....	71
33.1 Insulators with ceramic insulating parts.....	71
33.2 Insulators with glass insulating parts .....	73
34 Routine mechanical test .....	73
35 Zinc sleeve test.....	75
35.1 General requirements concerning the zinc sleeve .....	75
35.2 Type test procedure.....	75
35.3 Sample test procedure .....	75
36 Zinc collar test.....	75
36.1 General requirements for zinc collar.....	75
36.2 Type and sample test procedure .....	77
<b>SECTION 6: TESTS ON STRING INSULATOR UNITS</b>	
37 General.....	79
Tables.....	80
Figures.....	85
<b>Annexes</b>	
A – Method of comparison of the results of the electromechanical or mechanical failing load type and sample tests.....	89
B – Bibliography .....	91

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ISOLATEURS POUR LIGNES AÉRIENNES  
DE TENSION NOMINALE SUPÉRIEURE À 1 000 V -

Éléments d'isolateurs en céramique  
ou en verre pour systèmes à courant continu -  
Définitions, méthodes d'essai et critères d'acceptation

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique 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 CET, 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 en ce qui concerne les questions techniques, préparés par les comités d'études où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 3) Ces décisions constituent des recommandations internationales publiées sous forme de normes, de rapports techniques ou de guides et agréées comme telles 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 CET dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CET et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

La Norme Internationale CEI 1325 a été établie par le sous-comité 36B: Isolateurs pour lignes aériennes, du comité d'études 36 de la CEI: Isolateurs.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

DIS	Rapport de vote
36B(BC)112	36B/135/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.

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

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**INSULATORS FOR OVERHEAD LINES  
WITH A NOMINAL VOLTAGE ABOVE 1 000 V –**

**Ceramic or glass insulator units for d.c. systems –  
Definitions, test methods and acceptance criteria**

## FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a world-wide 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, prepared by technical committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 3) They have the form of recommendations for international use published in the form of standards, 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.

International Standard IEC 1325 has been prepared by sub-committee 36B: Insulators for overhead lines, of IEC technical committee 36: Insulators.

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

DIS	Report on voting
36B(CO)112	36B/135/RVD

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

Annexes A and B are for information only.

# ISOLATEURS POUR LIGNES AÉRIENNES DE TENSION NOMINALE SUPÉRIEURE À 1 000 V -

## Eléments d'isolateurs en céramique ou en verre pour systèmes à courant continu - Définitions, méthodes d'essai et critères d'acceptation

### Section 1: Généralités

#### 1 Domaine d'application

La présente Norme internationale est applicable aux chaînes d'isolateurs en matière céramique ou en verre destinés aux lignes aériennes de transport d'énergie fonctionnant en courant continu à une tension nominale supérieure à 1 000 V.

Elle n'est pas applicable aux isolateurs composites.

Pour des cas d'utilisation d'isolateurs à courant continu autres que celui décrit ci-dessus, l'application de cette norme relèvera des comités d'études concernés.

La présente norme spécifie:

- les caractéristiques des isolateurs;
- les conditions dans lesquelles les valeurs spécifiées de ces caractéristiques doivent être vérifiées;
- les conditions d'acceptation.

Elle spécifie les essais caractéristiques de base avec une approche semblable à celle de la CEI 383-1. Certains essais supplémentaires se sont révélés nécessaires pour s'assurer du comportement satisfaisant à long terme des isolateurs à courant continu. A ce jour, ces essais supplémentaires ne concernent que les isolateurs capot et tige.

Vu le manque de données significatives concernant le comportement des isolateurs à fût long sur des lignes à courant continu, il n'est pas possible, en ce moment, de définir ou de valider des essais spéciaux orientés vers le courant continu.

La présente norme ne contient pas de prescriptions, ni d'essais spéciaux, relatifs au choix des isolateurs en fonction des conditions spécifiques de service (par exemple le vieillissement dû aux conditions spécifiques de service).

#### NOTES

1 Cette norme ne comprend pas les essais de perturbations radioélectriques, de pollution artificielle ou les essais des chaînes équipées. Les questions et les méthodes d'essais s'y rapportant sont traitées dans les publications suivantes de la CEI: CEI 383-2, CEI 437 et CEI 1245.

2 De nombreuses prescriptions et des essais dans cette norme sont pertinents aux isolateurs pour lignes de traction électrique en courant continu, mais d'autres essais peuvent être nécessaires. On peut se référer à la CEI 383-1.

## INSULATORS FOR OVERHEAD LINES WITH A NOMINAL VOLTAGE ABOVE 1 000 V –

### Ceramic or glass insulator units for d.c. systems – Definitions, test methods and acceptance criteria

#### Section 1: General

##### 1 Scope

This International Standard is applicable to string insulator units of ceramic material or glass for use on d.c. overhead power lines with a nominal voltage greater than 1 000 V.

It is not applicable to composite insulators.

The application of this standard to insulators for use in other situations under d.c. voltage will be left to the relevant technical committees.

This standard specifies:

- the characteristics of insulators;
- the conditions under which the specified values of these characteristics shall be verified;
- acceptance criteria.

It specifies basic characteristic tests in a manner similar to that of IEC 383-1. Certain additional tests have been found to be necessary to ensure satisfactory long-term performance of d.c. insulators. At present, these additional tests concern only cap and pin insulators.

In view of the lack of significant performance data regarding long rod insulators on d.c. lines, it is not possible at present to define or validate special d.c.-oriented tests for such insulators.

This standard does not include requirements, or special tests, dealing with the choice of insulators for specific operating conditions (e.g. ageing arising from specific operating conditions).

##### NOTES

1 This standard does not include radio interference tests, artificial pollution tests or tests on insulator sets. These subjects and some relevant test methods are dealt with in the following IEC Publications: IEC 383-2, IEC 437 and IEC 1245.

2 Many of the requirements and tests in this standard are relevant to insulators for use on d.c. traction lines, but other tests may be required. Reference can be made to IEC 383-1.

## 2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui en est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes des accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes Internationales en vigueur à un moment donné.

- CEI 50(471): 1984, *Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) – Chapitre 471: Isolateurs*
- CEI 60-1: 1989, *Techniques des essais à haute tension – Première partie: Définitions et prescriptions générales relatives aux essais*
- CEI 120: 1984, *Dimensions des assemblages à rotule et logement de rotule des éléments de chaînes d'isolateurs*
- CEI 305: 1978, *Caractéristiques des éléments de chaînes d'isolateurs du type capot et tige*
- CEI 372: 1984, *Dispositifs de verrouillage pour les assemblages à rotule et logement de rotule des éléments de chaînes d'isolateurs: Dimensions et essais*
- CEI 383-1: 1993, *Isolateurs pour lignes aériennes de tension nominale supérieure à 1 000 V – Partie 1: Eléments d'isolateurs en matière céramique ou en verre pour systèmes à courant alternatif – Définitions, méthodes d'essai et critères d'acceptation*
- CEI 433: 1980, *Caractéristiques des éléments de chaînes d'isolateurs du type fût long*
- CEI 471: 1977, *Dimensions des assemblages à chape et tenon des éléments de chaînes d'isolateurs*
- CEI 797: 1984, *Résistance résiduelle des éléments de chaîne d'isolateurs en verre ou en matière céramique pour lignes aériennes après détérioration mécanique du diélectrique*
- CEI 1211: 1994, *Isolateurs en matière céramique ou en verre destinés aux lignes aériennes de tension nominale supérieure à 1 000 V – Essais de perforation*
- CEI 1245: 1993, *Essais de pollution artificielle sur isolateurs haute tension destinés aux réseaux à courant continu*
- ISO 1459: 1973, *Revêtements métalliques – Protection contre la corrosion par galvanisation à chaud – Principes directeurs*
- ISO 1460: 1992, *Revêtements métalliques – Revêtements de galvanisation à chaud sur métaux ferreux – Détermination gravimétrique de la masse par unité de surface*
- ISO 1461: 1973, *Revêtements métalliques – Revêtements de galvanisation à chaud sur produits finis en fer – Spécification*
- ISO 1463: 1982, *Revêtements métalliques et couches d'oxydes – Mesurage de l'épaisseur – Méthode par coupe micrographique*

## 2 Normative references

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

IEC 50(471): 1984, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 471: Insulators*

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

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

IEC 305: 1978, *Characteristics of string insulator units of the cap and pin type*

IEC 372: 1984, *Locking devices for ball and socket couplings of string insulator units – Dimensions and tests*

IEC 383-1: 1993, *Insulators for overhead lines with a nominal voltage above 1 000 V – Part 1: Ceramic or glass insulator units for a.c. systems – Definitions, test methods and acceptance criteria*

IEC 433: 1980, *Characteristics of string insulator units of the long rod type*

IEC 471: 1977, *Dimensions of clevis and tongue couplings of string insulator units*

IEC 797: 1984, *Residual strength of string insulator units of glass or ceramic material for overhead lines after mechanical damage to the dielectric*

IEC 1211: 1994, *Insulators of ceramic material or glass for overhead lines with a nominal voltage greater than 1 000 V – Puncture testing*

IEC 1245: 1993, *Artificial pollution tests on high-voltage insulators to be used on d.c. systems*

ISO 1459: 1973, *Metallic coatings – Protection against corrosion by hot dip galvanizing – Guiding principles*

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

ISO 1461: 1973, *Metallic coatings – Hot dip galvanized coatings on fabricated ferrous products – Requirements*

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

ISO 2064: 1980, *Revêtements métalliques et autres revêtements non organiques – 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*

### 3 Définitions

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

Le terme «isolateur» est utilisé dans la présente norme pour se référer à l'objet en essai.

Les définitions ci-dessous sont soit celles qui ne figurent pas dans la CEI 50(471), soit celles qui diffèrent de la CEI 50(471).

#### 3.1 Chaîne d'isolateurs

Un ou plusieurs éléments de chaîne d'isolateurs reliés ensemble, destinés à supporter de façon flexible les conducteurs d'une ligne aérienne et soumis principalement à des efforts de traction.

#### 3.2 Lot

Groupe d'isolateurs du même fabricant et du même modèle présentés à la réception et fabriqués dans des conditions de fabrications présumées similaires. Un ou plusieurs lots peuvent être présentés ensemble à la réception; le ou les lots présentés peuvent être constitués d'une fraction ou de la totalité de la commande.

#### 3.3 Contournement

Décharge disruptive extérieure à l'isolateur et se produisant entre les parties qui sont normalement soumises à la tension de service.

NOTE - Le terme «contournement» employé dans la présente norme comprend le contournement le long de la surface de l'isolateur ainsi que des décharges disruptives par amorçage dans l'air près de l'isolateur.

#### 3.4 Tension de tenue aux chocs de foudre à sec

Tension de choc de foudre tenue à sec par l'isolateur dans les conditions d'essais prescrites.

#### 3.5 Tension 50 % de contournement aux chocs de foudre à sec

La valeur de la tension de choc de foudre qui, dans les conditions d'essais prescrites, a une probabilité de 50 % de provoquer un contournement de l'isolateur à sec. Noté  $U_{50}$ .

#### 3.6 Tension de tenue en courant continu à sec

Tension continue tenue à sec par l'isolateur dans les conditions d'essais prescrites.

#### 3.7 Charge de rupture électromécanique

Charge maximale qui peut être atteinte lorsqu'un élément de chaîne est essayé dans les conditions d'essais prescrites.

ISO 2064: 1980, *Metallic and other non-organic coatings – Definitions and conventions concerning the measurement of thickness*

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

### 3 Definitions

For the purpose of this International Standard the following definitions apply.

The term "insulator" is used in this standard to refer to the object being tested.

The definitions given below are those which either do not appear in IEC 50(471) or differ from those given in IEC 50(471).

#### 3.1 *Insulator string*

One or more connected string insulator units intended to give flexible support to overhead line conductors and stressed mainly in tension.

#### 3.2 *Lot*

A group of insulators offered for acceptance from the same manufacturer, of the same design and manufactured under presumed similar conditions of production. 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.

#### 3.3 *Flashover*

A disruptive discharge external to the insulator, connecting those parts which normally have the operating voltage between them.

NOTE – The term "flashover" used in this standard includes a flashover across the insulator surface as well as disruptive discharge by sparkover through air adjacent to the insulator.

#### 3.4 *Dry lightning impulse withstand voltage*

The lightning impulse voltage which the insulator withstands dry, under the prescribed conditions of test.

#### 3.5 *50 % dry lightning impulse flashover voltage*

The value of the lightning impulse voltage which, under the prescribed conditions of test, has a 50 % probability of producing flashover on the insulator, dry. Represented by  $U_{50}$ .

#### 3.6 *Dry d.c. withstand voltage*

The d.c. voltage which the insulator withstands dry, under the prescribed conditions of test.

#### 3.7 *Electromechanical failing load*

The maximum load reached when a string insulator unit is tested under the prescribed conditions of test.

### 3.8 *Charge de rupture mécanique*

Charge maximale qui peut être atteinte lorsqu'un élément de chaîne ou un isolateur de type rigide est essayé dans les conditions d'essais prescrites.

### 3.9 *Résistance mécanique résiduelle*

La charge mécanique maximale pouvant être atteinte quand un élément d'isolateur, ayant eu sa partie isolante endommagée mécaniquement selon la méthode prescrite, est essayé suivant les conditions prescrites pour l'essai.

### 3.10 *Tension de tenue aux perforations sous SF<sub>6</sub>*

Tension à courant continu tenue en atmosphère de SF<sub>6</sub> par un élément de chaîne dans les conditions d'essai prescrites.

### 3.11 *Migration ionique*

Migration d'ions dans le diélectrique d'un isolateur sous tension à courant continu qui conduit ou non à un changement dans les caractéristiques électriques ou mécaniques de l'isolateur.

### 3.12 *Charge attendue Q<sub>50</sub>*

Charge totale attendue traversant un isolateur exposé aux conditions d'ambiance et de tension de référence, durant une période de 50 années. Q<sub>50</sub> dépend de la caractéristique de résistance électrique du diélectrique.

### 3.13 *Résistance électrique du corps*

Résistance en courant continu d'un isolateur mesurée dans la zone entre le capot et la tige.

### 3.14 *Emballlement thermique*

Phénomène qui survient lorsque la chaleur interne générée dans un solide, ayant un coefficient résistance/température négatif, est supérieure à la chaleur dissipée vers l'extérieur.

### 3.15 *Bague de zinc*

Pièce de zinc, agissant comme électrode sacrificielle, fusionnée à la tige de l'isolateur pour la protéger contre la corrosion électrolytique.

### 3.16 *Collier de zinc*

Pièce de zinc, agissant comme électrode sacrificielle, fusionnée à la base du capot de l'isolateur pour le protéger contre la corrosion électrolytique.

### 3.17 *Tension de tenue aux perforations sous surtension de choc*

La valeur crête de la tension de choc tenue sans perforation par l'isolateur dans les conditions d'essais prescrites.

### 3.8 *Mechanical failing load*

The maximum load reached when a string insulator unit or a rigid insulator is tested under the prescribed conditions of test.

### 3.9 *Residual mechanical strength*

The maximum mechanical load which can be reached when an insulator unit, which has had its insulating part mechanically damaged in the prescribed manner, is tested under the prescribed conditions.

### 3.10 *SF<sub>6</sub> puncture withstand voltage*

The d.c. voltage which a string insulator unit withstands in SF<sub>6</sub> under the prescribed conditions of test.

### 3.11 *Ion migration*

The migration of ions in the dielectric of an insulator under d.c. voltage, which may or may not lead to a change in the electrical or mechanical characteristics of the insulator.

### 3.12 *Expected charge Q<sub>50</sub>*

The total charge expected to flow through an insulator during 50 years under the reference ambient conditions and applied voltage. Q<sub>50</sub> depends on the electrical resistance characteristic of the insulator dielectric.

### 3.13 *Electrical body resistance*

The d.c. resistance of an insulator unit measured in the zone between the cap and the pin.

### 3.14 *Thermal runaway*

The phenomenon which occurs when the internal heat generated within a solid with a negative resistance/temperature coefficient is greater than the heat dissipated externally.

### 3.15 *Zinc sleeve*

A piece of zinc metal fused to an insulator pin shank to protect it from electrolytic corrosion by acting as a sacrificial electrode.

### 3.16 *Zinc collar*

A piece of zinc metal fused to the base of an insulator cap to protect it from electrolytic corrosion by acting as a sacrificial electrode.

### 3.17 *Impulse overvoltage puncture withstand voltage*

The peak value of the impulse voltage which the insulator withstands without puncture under the prescribed conditions of test.

### 3.18 *Ligne de fuite*

Plus courte distance ou somme des plus courtes distances le long des surfaces extérieures des parties isolantes en céramique ou en verre de l'isolateur entre les parties qui sont normalement soumises à la tension de service.

NOTE – La surface de ciment ou de tout autre matériau non isolant formant des joints est considérée comme ne faisant pas partie de la ligne de fuite. Si un revêtement à haute résistance électrique est appliqué sur des parties de la partie isolante de l'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.

### 3.19 *Déplacements*

#### 3.19.1 *Déplacement axial ou radial*

La variation maximale de la position d'un point précis de l'isolateur considéré au cours d'une révolution complète autour de l'axe de celui-ci.

#### 3.19.2 *Déplacement angulaire*

La déviation angulaire autour de l'axe de l'isolateur entre des plans correspondants des deux pièces d'accrochage.

### 3.20 *Chaîne courte normalisée*

Une chaîne courte normalisée est utilisée pour vérifier les caractéristiques d'un élément de chaîne qui n'ont de signification que pour une chaîne d'isolateurs. Elle consiste :

- pour les éléments à capot et tige: en une chaîne d'isolateurs d'au moins cinq éléments, de longueur au plus égale à 1,5 m;
- pour les éléments à fût long: en une chaîne d'isolateurs de longueur entre 1 m et 2 m pour des isolateurs à fût long destinés à être assemblés en chaîne. Pour les isolateurs à fût long de moins de 1 m de long destinés à être utilisés seuls comme une chaîne, l'élément même est considéré comme une chaîne courte normalisée.

### 3.21 *Conception mécanique équivalente*

Un isolateur de conception mécanique équivalente est un isolateur fabriqué dans la même usine, avec les mêmes matériaux, par le même procédé, de la même classe mécanique, de la même norme d'accrochage et utilisant la même conception de liaison entre les parties isolantes et métalliques. De plus, ses caractéristiques sont les suivantes :

- isolateurs à fût long:
  - le diamètre nominal du fût est le même;
  - le pas nominal des ailettes est le même ou plus grand;
  - la projection nominale des ailettes est la même ou plus petite;
  - la ligne de fuite nominale est la même ou plus petite;
  - la ligne d'arc nominale est la même ou plus petite;
- isolateurs à capot et tige:
  - le diamètre nominal est le même ou plus petit;
  - la ligne de fuite nominale est la même ou plus petite.

### 3.18 *Creepage distance*

The shortest distance or the sum of the shortest distances along the ceramic or glass insulating parts of the insulator between those parts which normally have the operating voltage between them.

NOTE – The surface of cement or other non-insulating jointing material is not considered as forming part of the creepage distance. If high-resistance coating is applied to parts of the insulating part of an insulator, such parts are considered to be effective insulating surfaces and the distance over them is included in the creepage distance.

### 3.19 *Displacements*

#### 3.19.1 *Axial or radial displacement*

The maximum positional variation of a definite point of the considered insulator during one complete revolution about the insulator axis.

#### 3.19.2 *Angular displacement*

The angular deviation about the insulator axis between corresponding planes of the two coupling pieces.

### 3.20 *Short standard string*

A short standard string is used to verify characteristics of a unit which are significant only for an insulator string. It consists of:

- *for cap and pin units*: an insulator string of a least five insulator units and not more than 1,5 m in length;
- *for long rod insulator units*: an insulator string between 1 m and 2 m in length for long rod insulator units intended to be assembled in a string. For long rod insulator units less than 1 m long intended to be used singly as a string, the unit itself is considered as a short standard string.

### 3.21 *Mechanically equivalent design*

A mechanically equivalent insulator design is a type made in the same factory, with the same materials and by the same process, and having the same strength class, the same coupling size and the same design of connection between insulating components and metal parts, and has in addition the following characteristics:

- for long rod insulators:
  - nominal core diameter is the same;
  - nominal shed spacing is the same or larger;
  - nominal shed projection is the same or smaller;
  - nominal creepage distance is the same or smaller;
  - nominal arcing distance is the same or smaller;
- for cap and pin insulators:
  - nominal diameter is the same or smaller;
  - nominal creepage distance is the same or smaller.

### 3.22 *Caractéristiques spécifiées*

Une caractéristique spécifiée est:

- soit la valeur numérique d'une tension ou d'une charge mécanique ou de toute caractéristique spécifiée dans une norme de la CEI,
- soit la valeur numérique de toute caractéristique fixée d'un commun accord entre l'acheteur et le fabricant.

Les tensions spécifiées de tenue et de contournement s'entendent pour des conditions atmosphériques normales (voir l'article 12).

### 3.22 *Specified characteristics*

A specified characteristic is:

- either the numeric value of a voltage or 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.

Specified withstand and flashover voltages are referred to standard atmospheric conditions (see clause 12).

## Section 2: Isolateurs

### 4 Classification et type d'isolateurs

Selon leur conception, les éléments de chaîne d'isolateurs de lignes aériennes sont divisés en deux classes.

*La classe A* comprend tous les isolateurs ou éléments de chaîne pour lesquels la plus courte longueur du canal de perforation à travers la matière isolante solide est au moins égale à la moitié de la distance d'arc. Un isolateur à fût long avec des pièces métalliques extérieures est un exemple d'isolateur de classe A.

*La classe B* comprend tous les isolateurs ou éléments de chaîne pour lesquels la plus courte longueur du canal de perforation à travers la matière isolante solide est inférieure à la moitié de la distance d'arc. Un isolateur à capot et tige est un exemple d'isolateur de classe B.

### 5 Matériaux isolants

Les matériaux isolants de lignes aériennes fonctionnant en courant continu traités par la présente norme sont:

- la céramique, la porcelaine;
- le verre trempé, c'est-à-dire le verre dans lequel des contraintes contrôlées ont été induites par un traitement thermique.

#### NOTES

- 1 On trouvera des informations supplémentaires sur la définition et la classification des matériaux isolants en céramique et en verre dans la CEI 672-1 et la CEI 672-3.
- 2 Le terme «matière céramique» est utilisé dans cette norme pour faire référence aux porcelaines et, contrairement à la pratique nord-américaine, ne comprend pas le verre.

### 6 Caractéristiques et particularités spécifiées d'un isolateur à courant continu

On doit noter que des matériaux et conceptions spécifiques sont nécessaires pour des applications en courant continu puisque la bonne performance de l'isolateur requiert des caractéristiques spéciales. Donc, pour vérifier les caractéristiques des matériaux et des conceptions, des essais spéciaux, excluant les essais de pollution artificielle, figurent dans la présente norme. La CEI 1245 traite des essais de pollution artificielle des isolateurs à courant continu.

Dans les applications à courant continu, le courant unidirectionnel engendre des problèmes de corrosion. L'utilisation d'une bague de zinc sur la tige de l'isolateur devient alors obligatoire (voir article 35). Pour certaines applications, on peut utiliser une protection accrue contre la corrosion sur le capot (voir article 36).

Un élément d'isolateur destiné aux lignes à courant continu est caractérisé par les valeurs suivantes:

- tous les isolateurs:
  - a) les dimensions spécifiées, y compris la ligne de fuite;
  - b) tension spécifiée de tenue aux chocs de foudre à sec, déterminée sur une chaîne courte normalisée;

## Section 2: Insulators

### 4 Insulator classes and type

Overhead line string insulator units are divided into two classes according to their design.

*Class A* is an insulator or insulator unit in which the length of the shortest puncture path through solid insulating material is at least equal to half the arcing distance. An example of a class A insulator is a long rod insulator with external fittings.

*Class B* is an insulator or insulator unit in which the length of the shortest puncture path through solid insulating material is less than half the arcing distance. An example of a class B insulator is a cap and pin insulator.

### 5 Insulating materials

The insulating materials of d.c. overhead line insulators covered by this standard are:

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

#### NOTES

1 Further information on the definition and classification of ceramic and glass insulating materials can be found in IEC 672-1 and IEC 672-3.

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.

### 6 Specified characteristics and features of a d.c. insulator unit

It shall be noted that specific insulating materials and design are necessary for d.c. applications since special features are required for satisfactory insulator performance. Hence specific tests, excluding artificial pollution tests, are included in this standard to verify the material and design characteristics. Artificial pollution testing of d.c. insulators is covered in IEC 1245.

Corrosion problems due to unidirectional current flow in contaminated conditions make the use of a zinc sleeve mandatory on the pin of cap and pin insulators (see clause 35). For some applications enhanced corrosion protection of the cap may be used (see clause 36).

An insulator unit for use on d.c. lines is characterized by the following values:

- all insulators:
  - a) the specified significant dimensions, including the creepage distance;
  - b) the specified dry lightning impulse withstand voltage determined on a short standard string;

- c) tension spécifiée de tenue en courant continu en polarité positive à sec pour un élément;
  - d) la charge spécifiée de rupture électromécanique ou mécanique;
- isolateurs de classe B seulement:
- e) tension spécifiée de tenue en courant continu en polarité positive aux perforations sous SF<sub>6</sub>
  - f) tension spécifiée de tenue aux perforations sous surtension de choc;
  - g) résistance électrique du corps.
- De plus, l'élément d'isolateur doit satisfaire aux essais spéciaux suivants décrits dans cette Norme Internationale:
- h) migration ionique\*;
  - i) emballement thermique\*;
  - j) essai sur bague de zinc de la tige (isolateurs classe B, seulement).

## 7 Identification des isolateurs

Chaque isolateur doit porter l'inscription du nom ou de la marque du fabricant ainsi que l'année de fabrication, sur le diélectrique ou sur une partie métallique. De plus, chaque élément de chaîne doit porter l'inscription de la charge de rupture électromécanique ou mécanique spécifiée qui lui est applicable. Les inscriptions ou marques doivent être lisibles et indélébiles.

Les désignations employées dans les CEI 305 et 433 peuvent être utilisées.

---

\* En ce moment, cet essai est validé pour le modèle capot et tige seulement.

- c) the specified positive dry d.c. withstand voltage value of a single unit;
- d) the specified electromechanical or mechanical failing load;

– class B insulators only:

- e) the specified positive d.c. puncture withstand voltage in SF<sub>6</sub>;
- f) the specified impulse overvoltage puncture withstand voltage;
- g) the electrical body resistance.

In addition the insulator unit shall be capable of passing the following special tests described in this standard:

- h) ion migration\*;
- i) thermal runaway\*;
- j) test on the zinc sleeve of the pin (class B insulators only).

## 7 Identification of insulators

Each insulator shall be marked, either on the insulating component or on a metal part, with the name or trade mark of the manufacturer and the year of manufacture. In addition, each string insulator unit shall be marked with the specified electromechanical or mechanical failing load whichever is applicable. These markings shall be legible and indelible.

The designations included in IEC 305 and 433 may be used.

---

\* At present, this test has been validated for cap and pin insulators only.

## Section 3: Classification des essais, règles et procédures d'échantillonnage

### 8 Classification des essais

Les essais sont divisés en trois groupes, comme suit:

#### 8.1 Essais de type

Les essais de type sont destinés à vérifier les caractéristiques principales d'un isolateur qui dépendent surtout de sa conception. Ils sont généralement effectués une seule fois sur un petit nombre d'isolateurs pour une nouvelle conception ou un nouveau procédé de fabrication de l'isolateur, et par la suite, répétés seulement quand la conception ou le procédé de fabrication est changé. Quand le changement n'affecte que certaines caractéristiques, seuls les essais concernant ces caractéristiques doivent être répétés. De plus, il n'est pas nécessaire d'effectuer les essais de type mécaniques ou thermo-mécaniques sur une nouvelle conception d'isolateur si un certificat d'essai valable est disponible pour un isolateur de conception mécanique équivalente et du même procédé de fabrication. La notion de conception mécanique équivalente est définie en 3.21. Le concept d'équivalence de conception électrique n'est pas applicable aux isolateurs courant continu.

Les résultats des essais de type sont certifiés soit par des certificats d'essai acceptés par le client soit par des certificats d'essai validés par une organisation qualifiée. Pour les essais mécaniques, le certificat est valable dix ans à partir de la date d'émission. Dans les limites précisées ci-dessus, les certificats d'essai de type restent valables aussi longtemps qu'il n'y a pas de différence significative entre les résultats des essais de type et ceux d'essais sur prélèvements ultérieurs correspondants. Une méthode de comparaison des résultats des essais de type et sur prélèvements est donnée en annexe A.

Il n'y a pas de limite temporelle à la validité des certificats concernant les essais de type électriques.

Les essais de type ne doivent être effectués que sur des isolateurs provenant d'un lot répondant aux prescriptions de tous les essais sur prélèvements et tous les essais individuels qui ne font pas partie des essais de type.

#### 8.2 Essais sur prélèvements

Les essais sur prélèvements sont effectués pour vérifier les caractéristiques d'un isolateur qui peuvent varier avec le procédé de fabrication et la qualité des matériaux de base de l'isolateur. Les essais sur prélèvements sont utilisés comme essais de réception sur un échantillon d'isolateurs prélevés au hasard dans un lot ayant répondu aux prescriptions des essais individuels le concernant.

NOTE – Les coefficients d'acceptation et les tailles d'échantillon utilisés dans cette norme pour l'évaluation statistique des résultats par mesures ont été choisis afin de reproduire aussi fidèlement que possible les courbes d'efficacité de la méthode par attributs utilisée dans les éditions précédentes de la CEI 383 pour des tailles de lot usuelles. Pour d'autres tailles de lot, les courbes d'efficacité seront différentes. Plus d'information sur l'évaluation statistique des résultats d'essai et sur le calcul des courbes d'efficacité peuvent être trouvées dans l'ISO 2859-1, l'ISO 2859-2 et l'ISO 3951. La CEI 591 donne des méthodes d'évaluation statistique des résultats d'essai des éléments de chaîne d'isolateurs.

#### 8.3 Essais individuels

Les essais individuels sont destinés à éliminer les isolateurs défectueux et sont effectués au cours de la fabrication. Les essais individuels sont effectués sur chaque isolateur.

## Section 3: Classification of tests, sampling rules and procedures

### 8 Classification of tests

The tests are divided into three groups as follows:

#### 8.1 *Type tests*

The type tests are intended to verify the main characteristics of an insulator which depend mainly on its design. They are usually carried out on a small number of insulators and only once for a new design or manufacturing process of insulator and then subsequently repeated only when the design or manufacturing process is changed; when the change affects only certain characteristics, only the test(s) relevant to these characteristics need to be repeated. It is not necessary to carry out the mechanical and thermal-mechanical type tests on a new design of insulator if a valid test certificate is available on an insulator of mechanically equivalent design and same manufacturing process. The meaning of mechanically equivalent design is defined in 3.21. The concept of electrically equivalent insulator designs is not applicable to high-voltage d.c. insulators.

The results of type tests are certified either by test certificates accepted by the purchaser or by test certificates confirmed by a qualified organization. For mechanical tests, the type test certificate shall be valid for ten years from the date of issue. Within the above limits, the mechanical type test certificates remain valid while there is no significant disparity between the results of the type tests and subsequent corresponding sample tests. A method for comparing type and sample test results is given in annex A.

There is no time limit for the validity of type test certificates for electrical type tests.

Type tests shall be carried out only on insulators from a lot which meets the requirements of all the relevant sample and routine tests not included in the type tests.

#### 8.2 *Sample tests*

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

NOTE – The acceptance coefficients and sample sizes used in this standard for the statistical evaluation of results by variables have been chosen to reproduce as closely as possible the operating characteristic (OC) curves of the method by attributes used in former editions of IEC 383 for current lot sizes. For other lot sizes, the OC curves will be different. Further information on the statistical evaluation of test results and calculation of OC curves can be found in ISO 2859-1, ISO 2859-2 and ISO 3951. IEC 591 gives methods for statistical evaluation of test results on insulator units.

#### 8.3 *Routine tests*

The routine tests are intended to eliminate defective units and are carried out during the manufacturing process. Routine tests are carried out on every insulator.

NOTES

- 1 Quand, dans certains cas, les essais de type, sur prélèvements et individuels sont effectués en une seule fois sur un isolateur de conception nouvelle, on les nomme «essais de prototype».
- 2 Seuls les essais individuels applicables aux isolateurs entiers sont considérés dans cette norme. Le choix des essais individuels effectués sur des isolateurs non assemblés est laissé au fabricant puisqu'ils sont le plus souvent effectués pendant le processus de fabrication.

9 Assurance de la qualité

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

NOTE - Des informations détaillées sur l'utilisation de l'assurance de la qualité sont données dans les normes ISO suivantes : ISO 9000, ISO 9001, ISO 9002, ISO 9003 et ISO 9004.

L'ISO 9002 est recommandable comme ligne directrice pour un système de qualité pour les isolateurs. Certaines normes nationales bien établies concernant les programmes d'assurance qualité sont aussi disponibles.

10 Procédures pour les essais de type et les essais sur prélèvements

10.1 Sélection des isolateurs pour les essais de type

La quantité d'isolateurs devant subir chaque essai, telle qu'elle est indiquée dans les tableaux 1 et 2 de la section 6, sera prélevée dans un lot d'isolateurs qui répond aux prescriptions de tous les essais sur prélèvements et essais individuels le concernant.

NOTE - Cette sélection est normalement effectuée par le fabricant.

10.2 Règles et procédures d'échantillonnage pour les essais sur prélèvements

Pour les essais sur prélèvements, trois échantillons E1, E2 et E3 sont utilisés. La taille de ces échantillons est indiquée dans le tableau ci-dessous. Quand plus de 10 000 isolateurs sont concernés, ils doivent être divisés en un nombre optimum de lots égaux comprenant entre 2 000 et 10 000 isolateurs. Les résultats des essais doivent être évalués séparément pour chaque lot.

Les isolateurs doivent être choisis au hasard dans le lot. L'acheteur a le droit de faire le choix lui-même.

Les échantillons doivent subir les essais sur prélèvements indiqués dans les tableaux de la section 6 qui concerne le type des isolateurs en question. Au cas où un échantillon ne satisfait pas à un essai, on doit appliquer la contre-épreuve prévue (voir 10.3).

Les isolateurs qui ont subi les essais sur prélèvements qui peuvent avoir un effet sur leurs caractéristiques mécaniques et/ou électriques, ne doivent pas être utilisés en service.

Taille du lot (N)	Taille de l'échantillon		
	E1	E2	E3
$N \leq 300$	Définie par accord		
$300 < N \leq 2\,000$	4	3	4
$2\,000 < N \leq 5\,000$	8	4	8
$5\,000 < N \leq 10\,000$	12	6	12

## NOTES

1 When, in certain cases, the type, sample and routine tests are carried out as a whole on a new design of insulator, they are referred to as "prototype tests".

2 Only routine tests applicable to complete insulators are considered in this standard. The choice of routine tests carried out on unassembled insulators is left to the manufacturer as they are most often carried out during the manufacturing process.

## 9 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, to verify the quality of the insulators during the manufacturing process.

NOTE – Detailed information on the use of quality assurance is given in the following ISO standards: ISO 9000, ISO 9001, ISO 9002, ISO 9003 and ISO 9004.

ISO 9002 is a recommendable guideline for a quality system for insulators. Certain well-established National Standards for quality assurance programmes are also available.

## 10 Procedures for type and sample tests

### 10.1 Insulator selection for type tests

The quantity of insulators to be tested for each test, as indicated in tables 1 and 2 in section 6, shall be taken from a lot of insulators which meets the requirements of all the relevant sample and routine tests.

NOTE – This selection is normally carried out by the manufacturer.

### 10.2 Sampling rules and procedures for sample tests

For the sample tests, three samples are used, E1, E2 and E3. The sizes of these samples are into a number of lots comprising between 2 000 and 10 000 insulators. The results of the tests shall be indicated in the table below. When more than 10 000 insulators are concerned they shall be divided evaluated separately for each lot.

The insulators shall be selected at random from the lot. The purchaser has the right to make the selection.

The samples shall be subjected to the applicable sample tests shown in tables 1 and 2 in section 6. In the case of failure of the sample to satisfy a test, the relevant re-test procedure (see 10.3) shall be applied.

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

Lot size ( <i>N</i> )	Sample size		
	E1	E2	E3
$N \leq 300$	Subject to agreement		
$300 < N \leq 2\,000$	4	3	4
$2\,000 < N \leq 5\,000$	8	4	8
$5\,000 < N \leq 10\,000$	12	6	12

### 10.3 *Contre-épreuve pour les essais sur prélèvements*

Lorsqu'elle est spécifiée dans les critères d'acceptation, on appliquera la contre-épreuve suivante:

Si un seul isolateur ou une seule partie métallique ne satisfait pas à l'un des essais sur prélèvements, on doit effectuer une contre-épreuve sur un nouveau prélèvement égal à deux fois la quantité qui avait été soumise à cet essai. La contre-épreuve doit comprendre l'essai n'ayant pas donné satisfaction précédé des essais qui auraient pu en influencer le résultat.

Si deux ou plusieurs isolateurs 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, la totalité du lot est considérée comme ne satisfaisant pas à la présente norme et doit être reprise par le fabricant.

Si la raison de défaillance peut être clairement identifiée, le fabricant peut trier le lot afin d'éliminer tous les isolateurs avec ce défaut. (Dans le cas d'un lot qui a été divisé en lots plus petits, et quand un des plus petits lots ne satisfait pas, l'investigation peut être étendue aux autres lots.) Le ou les lots ainsi triés, ou une partie, peuvent être de nouveau soumis aux essais. On doit effectuer alors 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 des essais qui auraient pu en influencer le résultat. Si l'un quelconque des isolateurs ne donne pas satisfaction après la contre-épreuve, la totalité du lot est considéré comme ne satisfaisant pas à la présente norme.

### 10.3 *Re-test procedure for the sample tests*

When specified in the acceptance criteria, the following re-test procedure applies:

If only one insulator or metal part fails to comply with the sample tests, a new sample equal to twice the quantity originally submitted to that test shall be subjected to re-testing. The re-testing 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 insulators or metal parts fail to comply with any one of the sample tests, or if any failure occurs during the re-testing, the complete lot is considered as not complying with standard and shall be withdrawn by the manufacturer.

Provided the cause of the failure can be clearly identified, the manufacturer may sort the lot to eliminate all the insulators with this defect. (In the case of a lot that has been divided into smaller lots and if one of the smaller lots does not comply, the investigation may be extended to the other lots.) The sorted lot(s) or part thereof may then be resubmitted for testing. The number then selected shall be three times the first quantity chosen for the tests. The re-testing 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 insulator fails during this re-testing, the complete lot is considered as not complying with this standard.

## Section 4: Méthodes d'essai pour les essais électriques

Cette section précise les procédures d'essais et les prescriptions pour les essais électriques pour les différents types d'isolateurs relevant de cette norme. Les listes d'essais, de montages d'essais et les constantes d'acceptation sont indiquées à la section 6 pour chaque type d'isolateur.

### 11 Prescriptions générales pour les essais à haute tension

- a) Les méthodes d'essais pour les tensions aux chocs de foudre et pour la tension à fréquence industrielle doivent être conformes à la CEI 60-1.
- b) Les tensions aux chocs de foudre doivent être exprimées par leurs valeurs de crête présumées.
- c) Lorsque les conditions atmosphériques naturelles au moment des essais sont différentes des conditions normales (voir 12.1), il est nécessaire d'appliquer des facteurs de correction conformément à 12.2.
- d) Les isolateurs doivent être propres et secs avant de commencer les essais à haute tension.
- e) Des précautions particulières doivent être prises pour éviter la formation de condensation sur la surface de l'isolateur, notamment lorsque l'humidité relative est élevée. Par exemple, l'isolateur doit être maintenu à la température ambiante du local d'essais pendant un temps suffisant pour que l'équilibre thermique soit atteint avant que l'essai ne commence. Sauf accord particulier entre l'acheteur et le fabricant, les essais à sec ne doivent pas être effectués si l'humidité relative est supérieure à 85 % .
- f) Les intervalles de temps entre les applications consécutives de la tension doivent être suffisants pour réduire les effets des applications précédentes de la tension lors des essais de contournement ou de tenue.

### 12 Conditions atmosphériques normales et facteurs de correction pour les essais électriques

#### 12.1 *Atmosphère normalisée de référence*

Les conditions atmosphériques normalisées de référence doivent être en accord avec la CEI 60-1.

#### 12.2 *Facteurs de correction pour les conditions atmosphériques*

Les facteurs de correction doivent être déterminés en accord avec la CEI 60-1. Si les conditions atmosphériques au moment de l'essai diffèrent de l'atmosphère normalisée de référence, on doit alors calculer les facteurs de correction pour la densité de l'air ( $k_1$ ) et pour l'humidité ( $k_2$ ) ainsi que le produit  $K = k_1 \times k_2$ . Les tensions d'essai doivent ensuite être corrigées comme suit:

*Tensions de tenue (choc de foudre et courant continu à sec)*

$$\text{Tension d'essai appliquée} = K \times \text{tension de tenue spécifiée}$$

*Tensions de contournement (choc de foudre et courant continu à sec)*

$$\text{Tension de contournement enregistrée} = \frac{\text{Tension de contournement mesurée}}{K}$$

## Section 4: Test procedures for electrical tests

This section gives the test procedures and requirements for electrical testing of the different types of insulators which fall within the scope of this standard. The lists of tests, mounting arrangements and acceptance constants are given in section 6.

### 11 General requirements for high-voltage tests

- a) The lightning impulse voltage and d.c. withstand voltage test procedures shall be in accordance with IEC 60-1.
- b) Lightning impulse voltages shall be expressed by their prospective peak values.
- c) When the natural atmospheric conditions at the time of the test differ from the standard values (see 12.1), it is necessary to apply correction factors in accordance with 12.2.
- d) The insulators shall be clean and dry before starting high-voltage tests.
- e) Special precautions shall be taken to avoid condensation on the surface of the insulators, especially when the relative humidity is high. For example, the insulator shall be maintained at the ambient temperature of the test location for sufficient time for thermal equilibrium to be reached before the test starts. Except by agreement between the purchaser and the manufacturer, dry tests shall not be made if the relative humidity exceeds 85 % .
- f) The time intervals between consecutive applications of the voltage shall be sufficient to avoid effects from the previous application of voltage in flashover or withstand tests.

### 12 Standard atmospheric conditions and correction factors for electrical tests

#### 12.1 Standard reference atmosphere

The standard reference atmospheric conditions shall be in accordance with IEC 60-1.

#### 12.2 Correction factors for atmospheric conditions

The correction factors shall be determined in accordance with IEC 60-1. If the atmospheric conditions at the time of test differ from the standard reference atmosphere, then the correction factors for air density ( $k_1$ ) and humidity ( $k_2$ ) shall be calculated and the product  $K = k_1 \times k_2$  determined. The test voltages shall then be corrected as follows:

*Withstand voltages (lightning impulse, dry d.c.)*

$$\text{Applied test voltage} = K \times \text{specified withstand voltage}$$

*Flashover voltages (lightning impulse, dry d.c.)*

$$\text{Recorded flashover voltage} = \frac{\text{Measured flashover voltage}}{K}$$

### 13 Dispositif de montage pour les essais électriques

Le montage ci-dessous s'applique aux essais de chocs de foudre à sec et de tenue en courant continu à sec :

- des chaînes normalisées courtes comprenant des éléments à capot et tige ou des isolateurs à fût long;
- des isolateurs à fût long de longueur supérieure à 1 m ou des isolateurs à fût long destinés à être utilisés seuls comme une chaîne;
- des éléments d'isolateurs à capot et tige.

L'élément de chaîne ou la chaîne d'isolateurs doit être suspendu verticalement à un dispositif d'accrochage au moyen d'un câble ou d'une ferrure appropriée mise à la terre. La distance entre le point le plus élevé de la partie métallique et le dispositif d'accrochage ne doit pas être inférieure à 1 m. Aucun objet ne doit se trouver à moins de 1,5 fois la longueur de la chaîne.

Un conducteur droit à surface lisse de forme tubulaire ou pleine doit être fixé à la ferrure inférieure de l'élément de chaîne ou de la chaîne d'isolateurs de telle façon qu'il soit en position horizontale. La distance entre l'ailette la plus basse de la porcelaine ou du verre et la surface supérieure du conducteur doit être la plus courte possible, mais supérieure à 0,5 fois le diamètre de l'isolateur inférieur de la chaîne.

Le diamètre du conducteur doit être de 25 mm.

La longueur du conducteur doit être de 3 m.

Des précautions doivent être prises pour éviter des amorçages aux extrémités du conducteur.

La tension d'essai doit être appliquée entre le conducteur et la terre.

### 14 Essais aux chocs de foudre

La méthode normale pour déterminer la tension de tenue aux chocs de foudre à sec des isolateurs individuels ou des chaînes courtes normalisées est le calcul à partir du niveau de la tension 50 % de contournement déterminée par la méthode de montées et descentes décrite dans la CEI 60-1.

NOTE - Après accord entre l'acheteur et le fabricant, la tension de tenue peut être vérifiée par la méthode des 15 chocs décrite dans la CEI 60-1.

#### 14.1 Méthode d'essai

L'onde normale de choc de foudre 1,2/50 doit être utilisée (voir la CEI 60-1).

L'isolateur doit être essayé dans les conditions prescrites aux articles 11 et 12.

On doit utiliser des chocs de polarités positive et négative. Cependant, lorsqu'il paraît évident qu'une polarité donnera la tension de tenue la plus faible, il suffit de faire l'essai avec cette polarité.

Le nombre d'isolateurs à essayer doit être conforme à 10.1.

### 13 Mounting arrangements for electrical tests

The mounting arrangements as detailed are applicable to dry lightning impulse and dry d.c. withstand voltage tests on:

- short standard strings consisting of cap and pin units or long rod units;
- long rod string insulator units greater than 1m in length or long rod units intended for use singly as a string;
- single cap and pin insulator units.

The string insulator unit or insulator string shall be suspended vertically by means of an earthed wire rope or other suitable conductor from a supporting structure. The distance between the uppermost point of the insulator metalwork and the supporting structure shall be not less than 1 m. No other object shall be nearer to the insulator than 1,5 times the length of the insulator string.

A length of conductor in the form of a straight smooth metal rod or tube shall be attached to the lower integral fitting of the string insulator unit or insulator string so that it lies in a horizontal plane. The distance from the lowest shed of the porcelain or glass part to the upper surface of the conductor shall be as short as possible but greater than 0,5 times the diameter of the lowest insulator.

The diameter of the conductor shall be 25 mm.

The length of the conductor shall be 3 m.

Precautions shall be taken to avoid flashover from the ends of the conductor.

The test voltage shall be applied between the conductor and earth.

### 14 Lightning impulse voltage tests

The normal procedure for determining the dry lightning impulse withstand voltage on single insulators and short standard strings shall be by calculation from the 50 % flashover voltage level determined by the up and down method described in IEC 60-1.

NOTE – By agreement between purchaser and manufacturer, the withstand voltage may be verified by the 15 impulse method as described in IEC 60-1.

#### 14.1 Test procedure

The standard 1,2/50 lightning impulse shall be used (see IEC 60-1).

The insulator shall be tested under the conditions prescribed in clauses 11 and 12.

Impulses of both positive and negative polarity shall be used. However, when it is evident which polarity will give the lower withstand voltage, it shall suffice to test with that polarity.

The number of insulators to be tested shall be in accordance with 10.1.

## 14.2 Critères d'acceptation

La tension 50 % de contournement aux chocs de foudre déterminée par la méthode précédente doit être corrigée conformément à 12.2.

L'isolateur subit l'essai avec succès si la tension 50 % de contournement aux chocs de foudre n'est pas inférieure à  $(1/(1 - 1,3 \sigma)) = 1,040$  fois la tension de tenue spécifiée aux chocs de foudre, où  $\sigma$  est l'écart type, (supposé égal à 3 %).

Les isolateurs ne doivent pas être endommagés par ces essais; mais de faibles traces sur la surface des parties isolantes ou des éclats dans le ciment ou les autres matériaux utilisés pour l'assemblage doivent être permis.

## 15 Essais de tension à courant continu à sec

### 15.1 Méthode d'essai

Le circuit d'essai doit être conforme aux prescriptions de la CEI 60-1.

L'isolateur doit être essayé dans les conditions prescrites aux articles 11 et 12.

La tension d'essai à appliquer à l'isolateur doit être la tension de tenue spécifiée en courant continu à sec corrigée pour tenir compte des conditions atmosphériques au moment de l'essai (voir 12.2). La tension d'essai doit être maintenue à cette valeur pendant 1 min.

Le nombre d'isolateurs à essayer doit être conforme à 10.1.

### 15.2 Critères d'acceptation

Lorsqu'un isolateur est essayé, il ne doit se produire aucun contournement ni aucune perforation au cours de l'essai.

Lorsque trois isolateurs sont essayés, l'essai est considéré comme acceptable s'il ne se produit aucun contournement ni aucune perforation.

A titre d'information et sur demande spéciale lors de la commande, on peut également déterminer la tension de contournement à sec de l'isolateur en augmentant progressivement la tension à partir d'environ 75 % de la tension de tenue en courant continu à sec dans le SF<sub>6</sub> avec un taux d'accroissement d'environ 2 % de la tension par seconde. La tension de contournement est la moyenne arithmétique de cinq déterminations consécutives et la valeur corrigée en fonction des conditions atmosphériques (voir 12.2) doit être notée.

## 16 Essai de tenue à la perforation dans le SF<sub>6</sub>

### 16.1 Méthode d'essai

Les isolateurs sont placés dans un milieu isolant gazeux qui permet l'application de la tension requise sans contournement ni prédécharges. Normalement le SF<sub>6</sub> est utilisé; la présence d'un faible pourcentage d'autres gaz n'influence pas les résultats. On doit noter que la présence de particules peut mener à des contournements prématurés.

## 14.2 Acceptance criteria

The 50 % lightning impulse flashover voltage determined by the above procedure shall be corrected in accordance with 12.2.

The insulator passes the test if the 50 % lightning impulse flashover voltage is not less than  $(1/(1 - 1,3 \sigma)) = 1,040$  times the specified lightning impulse withstand voltage, where  $\sigma$  is the standard deviation (assumed equal to 3 %).

The insulators shall not be damaged by these tests; but slight marks on the surface of the insulating parts or chipping of the cement or other material used for assembly shall be permitted.

## 15 Dry d.c. voltage tests

### 15.1 Test procedure

The test circuit shall be in accordance with IEC 60-1.

The insulator shall be tested under the conditions prescribed in clauses 11 and 12.

The test voltage to be applied to the insulator shall be the specified dry d.c. positive withstand voltage adjusted for atmospheric conditions at the time of the test (see 12.2). The test voltage shall be maintained at this value for 1 min.

The number of insulators to be tested shall be in accordance with 10.1.

### 15.2 Acceptance criteria

When the test is made on one insulator unit the test is passed if flashover or puncture does not occur during the test.

When the test is made on three insulator units the test is passed if flashover or puncture does not occur on any unit.

To provide information when specially requested at the time of order, the flashover voltage of the insulator may be determined by increasing the voltage gradually from about 75 % of the dry d.c. withstand voltage with a rate of rise of about 2 % of this voltage per second. The flashover voltage shall be the arithmetic mean of five consecutive readings and the value after correction to standard atmospheric conditions (see 12.2) shall be recorded.

## 16 SF<sub>6</sub> puncture withstand test

### 16.1 Test method

The insulators are placed in a gaseous insulating medium which allows the required voltage to be applied without flashover or pre-discharges. Normally SF<sub>6</sub> is used, in this case a small percentage of other gases present does not influence the result. It shall be noted that the presence of particles can lead to premature flashover.

L'enceinte d'essai peut être isolante ou conductrice. Elle doit être assez grande pour empêcher le contournement vers les parois. La pression du milieu isolant doit être suffisante pour permettre l'application de la tension d'essai sans contournement. Des pressions de 0,2 MPa à 0,4 MPa sont normalement utilisées.

NOTE - Des pressions supérieures à 0,4 MPa n'augmentent pas la tension de contournement de façon significative.

La température du milieu isolant doit être de  $(25 \pm 15)$  °C.

L'isolateur doit être placé dans l'enceinte; le gaz isolant doit être alors injecté puis mis sous pression. La tension positive en courant continu doit être appliquée à la tige de l'isolateur et augmentée aussi rapidement que possible jusqu'à la tension de tenue aux perforations en SF<sub>6</sub> (égale à au moins 1,5 fois la tension spécifiée de tenue en courant continu à sec). Afin de réduire les gradients de tension indésirables autour de la tige, il est suggéré d'appliquer la tension à un capot d'isolateur couplé à la tige comme le montre le dispositif de montage de la figure 1.

La tension doit être maintenue pendant 20 min.

### 16.2 Critères d'acceptation

L'essai est satisfaisant lorsqu'il n'y a pas de perforation à l'intérieur du capot de l'isolateur.

Des décharges partielles ou la présence de particules peuvent donner lieu à des perforations à l'extérieur du capot de l'isolateur. Dans ce cas, les conditions d'essai doivent être revues et l'essai répété.

## 17 Essai de tenue à la perforation sous surtension de choc

L'échantillon d'isolateurs doit être soumis à l'essai de tenue à la perforation sous surtension de choc tel que décrit dans la CEI 1211. Les critères d'acceptation et la procédure de contre-épreuve décrits dans la CEI 1211 doivent s'appliquer.

## 18 Essai de migration ionique

### 18.1 Conditions de référence utilisées pour calculer la charge attendue

Les conditions de référence sont comme suit:

- période de vie : 50 ans
- tension présumée vue par l'isolateur : 70 000 kV
- distribution normale de température : moyenne = 25 °C  
écart type = 10 °C

### 18.2 Validité de l'essai

L'essai de migration ionique, caractérisé par le passage d'une certaine quantité de charge électrique, est valide pour toutes les conditions réelles qui, selon les calculs proposés dans cette norme, donnent une charge équivalente égale ou plus petite. Lorsque les conditions au site d'installation projeté des isolateurs donneraient une charge calculée équivalente supérieure, un nouvel essai doit être effectué en reproduisant cette charge supérieure.

The test chamber can be of insulating or conducting material. It shall be large enough to prevent flashover to the walls. The pressure of the insulating medium shall be sufficient to allow application of the test voltage without flashover. Values of 0,2 MPa to 0,4 MPa are normally used.

NOTE – Pressures higher than 0,4 MPa do not significantly increase the flashover voltage.

The temperature of the insulating medium shall be  $(25 \pm 15) ^\circ\text{C}$ .

The insulator shall be placed in the chamber and the insulating medium injected and pressurized. The positive d.c. voltage shall be applied to the insulator pin and raised as rapidly as possible to the specified SF<sub>6</sub> puncture withstand voltage (equal to at least 1,5 times the specified dry d.c. withstand voltage). To reduce unwanted voltage gradients around the pin, it is suggested to apply the voltage on an insulator cap coupled to the pin as per the mounting arrangement seen in figure 1.

The voltage shall be maintained for 20 min.

### 16.2 Acceptance criteria

The test is passed when no puncture occurs within the cap of the insulator.

Partial discharges or the presence of particles can lead to punctures occurring outside the cap of the insulator. In this case, the test conditions shall be reviewed and the test repeated.

## 17 Impulse overvoltage puncture withstand test

The sample of insulators shall be submitted to the impulse overvoltage puncture withstand test as described in IEC 1211. The acceptance criteria and re-test procedure described in IEC 1211 shall apply.

## 18 Ion migration test

### 18.1 Reference conditions used to calculate the expected charge

The reference conditions are the following:

- period of life: 50 years
- assumed voltage seen by the insulator: 70 000 V
- normal temperature distribution: mean = 25 °C  
standard deviation = 10 °C

### 18.2 Test validity

The ion migration test, being characterized by the passage of a certain quantity of charge, is valid for all real conditions which, upon calculation according to this standard, give equal or smaller equivalent charge. When the conditions on the projected site of installation of the insulators would give rise to a higher calculated equivalent charge, a new test shall be made reproducing this higher charge.

### 18.3 Procédure d'essai

#### 18.3.1 Mesurage de la résistance électrique du corps

Les mesures de résistance sont prises sur 10 isolateurs de façon à éviter que les courants de fuite en surface n'y induisent des erreurs. On doit donc utiliser une électrode de surface, comme la peinture conductrice. Un dispositif de montage suggéré est donné à la figure 2.

Le mesurage de la résistance ( $R_{\theta}$ ) doit être effectué à trois températures différentes prises sur le capot :

$$\left. \begin{array}{l} R_{90} \text{ à } 90 \text{ }^{\circ}\text{C} \\ R_{120} \text{ à } 120 \text{ }^{\circ}\text{C} \\ R_{150} \text{ à } 150 \text{ }^{\circ}\text{C} \end{array} \right\} \text{ avec une tolérance de } \pm 2 \text{ K.}$$

Les mesures doivent être prises au moins 2 h après l'obtention sur le capot de la température spécifiée.

Le courant doit être enregistré sur un graphique. Sa valeur doit être notée au moins 15 min après l'application de la tension. La résistance électrique du corps doit être prise comme la moyenne de trois lectures sur chaque isolateur.

Le coefficient de température  $A$  doit être déterminé pour chaque plage de température :

90 °C à 120 °C

90 °C à 150 °C

en utilisant l'équation suivante:

$$\frac{R_{\theta 1}}{R_{\theta 2}} = \frac{e^{(A/(273+\theta 1))}}{e^{(A/(273+\theta 2))}}$$

Le facteur  $A$  sert, d'une part, à évaluer la durée de l'exposition pour l'essai de migration ionique, et d'autre part, à corriger les mesures de résistance de corps aux températures de référence.

Les  $R_{90}$ ,  $R_{120}$  and  $R_{150}$  du type d'isolateur doivent être prises comme la moyenne des  $R_{90}$ ,  $R_{120}$  et  $R_{150}$  mesurées sur 10 unités.

#### 18.3.2 Calculs

Charge attendue  $Q_{50}$

La résistance électrique de référence à 90 °C du type d'isolateur ( $R_{90}$ ) et la valeur moyenne de  $A$  pour 90 °C à 120 °C obtenue lors de la mesure de la résistance du corps doivent être utilisées pour calculer la résistance de l'isolateur à des intervalles d'un degré dans la plage de -15 °C à +65 °C selon la formule:

$$\frac{R(\theta)}{R_{90}} = \frac{e^{(A/(273+\theta))}}{e^{(A/(273+90))}}$$

### 18.3 Test procedure

#### 18.3.1 Electrical body resistance measurement

The resistance measurements shall be made on 10 insulators in such a manner as to prevent surface leakage currents from introducing errors in the body resistance measurements. A surface electrode such as conducting paint shall thus be used. A suggested arrangement is shown in figure 2.

The resistance measurements ( $R_{\theta}$ ) shall be made at three different temperatures taken on the cap:

$$\left. \begin{array}{l} R_{90} \text{ at } 90^{\circ}\text{C} \\ R_{120} \text{ at } 120^{\circ}\text{C} \\ R_{150} \text{ at } 150^{\circ}\text{C} \end{array} \right\} \text{ with a tolerance of } \pm 2 \text{ K.}$$

The measurements shall be made at least 2 h after the specified temperature is attained on the cap.

The current shall be recorded on a chart. The value shall be noted at least 15 min after the voltage is applied. The electrical body resistance shall be taken as the average of three readings on each insulator.

The temperature coefficient  $A$  shall be determined for each temperature range:

90 °C to 120 °C

90 °C to 150 °C

using the following equation:

$$\frac{R_{\theta 1}}{R_{\theta 2}} = \frac{e^{(A/(273+\theta 1))}}{e^{(A/(273+\theta 2))}}$$

The  $A$  factor is used to evaluate the duration of exposure for the ion migration test and to correct measured body resistances to the reference temperatures.

The reference  $R_{90}$ ,  $R_{120}$  and  $R_{150}$  of the insulator type shall be taken as the mean value of the corrected  $R_{90}$ 's,  $R_{120}$ 's and  $R_{150}$ 's taken on the 10 units.

#### 18.3.2 Calculations

##### Expected charge $Q_{50}$

The reference electrical resistance of the insulator type at 90 °C ( $R_{90}$ ) and the mean value of  $A$  for 90 °C to 120 °C obtained during the body resistance measurement shall be used to calculate the resistance of the insulator at one degree intervals from -15 °C to +65 °C using the formula:

$$\frac{R(\theta)}{R_{90}} = \frac{e^{(A/(273+\theta))}}{e^{(A/(273+90))}}$$

La durée  $t(\theta)$ , en secondes, pour chaque niveau de température de  $-15\text{ °C}$  à  $+65\text{ °C}$ , sur une période de 50 ans et supposant une distribution normale de moyenne  $M = 25\text{ °C}$  et d'écart type  $\sigma = 10\text{ °C}$  calculée selon la formule :

$$t(\theta) = \frac{e^{-(\theta-M)^2/2\sigma^2}}{\sigma\sqrt{2\pi}} \times 3\,600 \times 24 \times 365 \times 50$$

La charge totale  $Q(\theta)$  à chaque température est donnée par:

$$Q(\theta) = \frac{V \times t(\theta)}{R(\theta)}$$

où  $V = 70\,000\text{ V}$ .

La charge totale attendue  $Q_{50}$  est donnée par :

$$Q_{50} = V \sum_{-15\text{ °C}}^{+65\text{ °C}} \frac{t(\theta)}{R(\theta)}$$

#### *Durée de l'essai D*

La durée projetée  $D$ , en jours, de l'essai en laboratoire dépend de la tension d'essai, de la température de l'étuve et de la charge totale à faire passer ( $Q_{50}$ ). Elle est donnée par:

$$D = \frac{Q_{50} \times R(\theta_{\text{essai}})}{3\,600 \times 24 \times V_{\text{essai}}}$$

On doit choisir  $\theta_{\text{essai}}$  et  $V_{\text{essai}}$  afin d'obtenir une durée projetée raisonnable, tout en respectant les limites suivantes:

$$\begin{aligned} +65\,000\text{ V} &\leq V_{\text{essai}} \leq +75\,000\text{ V} \\ 90\text{ °C} &\leq \theta_{\text{essai}} \leq 130\text{ °C} \end{aligned}$$

#### **18.3.3 Méthode d'essai**

Les isolateurs doivent être placés dans l'étuve et branchés en parallèle à la source courant continu. La tension d'essai doit être appliquée sur la tige de l'isolateur tandis que le capot est relié à la terre à travers un dispositif de mesure de courant. Une électrode de protection doit être installée afin d'éliminer l'effet de courant de fuite sur la surface (voir figure 2).

La température de l'étuve doit être réglée à  $\theta_{\text{essai}}$  et être stabilisée pendant 2 h avant l'application de  $V_{\text{essai}}$ . La température et la tension appliquée doivent être maintenues à  $\pm 5\%$  de leurs valeurs nominales. La mesure du courant passant à travers chaque isolateur doit être prise toutes les 4 h et sa valeur utilisée pour calculer la charge moyenne journalière passant par chaque isolateur.

L'essai peut être interrompu, par exemple pour l'entretien ou pour d'autres raisons. Dans ce cas, l'essai peut être redémarré après une nouvelle période de stabilisation de 2 h; la nouvelle charge doit être ajoutée à celle déjà cumulée avant l'interruption.

$V_{\text{essai}}$  doit être maintenue sur chaque isolateur jusqu'à ce que le total des charges moyennes journalières atteigne la charge attendue  $Q_{50}$  (calculée ci-dessus). A ce moment, la tension ou la connexion de terre peut être enlevée. Quand  $Q_{50}$  est atteinte sur tous les isolateurs, on doit les laisser refroidir avant de les soumettre à un essai de tenue en courant continu à sec aux

The duration, in seconds  $t(\theta)$ , spent at each temperature from  $-15\text{ °C}$  to  $+65\text{ °C}$  over 50 years is calculated from a normal distribution having mean  $M = 25\text{ °C}$ , standard deviation  $\sigma = 10\text{ °C}$ , using:

$$t(\theta) = \frac{e^{-(\theta-M)^2/2\sigma^2}}{\sigma\sqrt{2\pi}} \times 3\,600 \times 24 \times 365 \times 50$$

The total charge at each temperature  $Q(\theta)$  is given by:

$$Q(\theta) = \frac{V \times t(\theta)}{R(\theta)}$$

where  $V = 70\,000\text{ V}$ .

The total expected charge  $Q_{50}$  is given by:

$$Q_{50} = V \sum_{-15\text{ °C}}^{+65\text{ °C}} \frac{t(\theta)}{R(\theta)}$$

#### Test duration $D$

The projected duration  $D$  of the laboratory test in days is a function of the test voltage, oven temperature and the total charge to pass ( $Q_{50}$ ). It is given by:

$$D = \frac{Q_{50} \times R(\theta_{\text{test}})}{3600 \times 24 \times V_{\text{test}}}$$

$\theta_{\text{test}}$  and  $V_{\text{test}}$  shall be chosen to give a reasonable projected test duration within the following limits:

$$+65\,000\text{ V} \leq V_{\text{test}} \leq +75\,000\text{ V}$$

$$90\text{ °C} \leq \theta_{\text{test}} \leq 130\text{ °C}$$

#### 18.3.3 Test method

The insulators shall be placed in an oven and be individually connected in parallel to a d.c. supply. The test voltage shall be applied to the insulator pin and the cap shall be grounded through a suitable current-measuring device. A guard electrode shall be installed in order to eliminate the effect of surface leakage current (see figure 2).

The oven temperature shall be set to  $\theta_{\text{test}}$  and shall be stabilized at this temperature for 2 h before application of  $V_{\text{test}}$ . The temperature and the applied voltage shall be maintained at  $\pm 5\%$ . The current flowing through the measuring device on each insulator shall be measured every 4 h and used to calculate the mean daily charge passing through the insulator.

The test may be interrupted, for example for maintenance or other reasons. In this case, it can be restarted after a new 2 h temperature stabilization period and the new charge added to that already passed before the interruption.

$V_{\text{test}}$  shall be maintained on each insulator until the total of the mean daily charges reaches the expected charge  $Q_{50}$  calculated above, at which time the voltage may be removed from that insulator or the earth connection removed. When  $Q_{50}$  has been reached on all the insulators, they shall be allowed to cool and then be submitted to a dry d.c. voltage withstand test under

deux polarités. La valeur de la tension de chaque polarité doit être égale à la tension de tenue spécifiée positive en courant continu à sec corrigée pour les conditions atmosphériques, et appliquée selon l'article 15.

#### 18.4 Critères d'acceptation

La conception d'isolateur est rejetée soit si un des isolateurs perfore ou se brise pendant toute la durée de l'essai, soit si un contournement se produit pendant l'essai de tenue en courant continu à sec.

### 19 Essai de résistance électrique du corps

#### 19.1 Procédure d'essai

La résistance électrique du corps doit être mesurée à une température de capot de  $(120 \pm 2)$  °C, en utilisant la procédure décrite dans l'essai de type de migration ionique (voir 18.3.1).

#### 19.2 Critères d'acceptation

La valeur de la résistance électrique individuelle du corps à la température mesurée sur le capot (admissible de 118 °C à 122 °C), doit se situer entre 50 % et 200 % de la résistance électrique de référence corrigée obtenue durant l'essai de type de migration ionique. La correction doit être effectuée pour la température du capot mesurée lors de l'essai sur prélèvements.

Le facteur *A* utilisé pour cette correction doit être la valeur moyenne des *A* pour 90 °C à 150 °C calculés lors de l'essai de type de migration ionique.

La procédure de contre-épreuve indiquée en 10.3 est applicable à cet essai.

### 20 Essai d'emballement thermique

Température de l'étuve : 80 °C

Tension appliquée sur la tige: isolateurs de  $CRS < 300$  kN: +110 kV c.c. -0 %, +5 %  
isolateurs de  $CRS \geq 300$  kN: +125 kV c.c. -0 %, +5 %

NOTE - *CRS*: Charge de Rupture (électro-)mécanique spécifiée

La surface de l'isolateur doit être propre et sèche.

#### 20.1 Durée

- 8 h minimum de préchauffage;
- 8 h d'application de tension à 80 °C;
- 30 min de période d'attente;
- 1 min de tenue à la tension d'essai spécifiée.

#### 20.2 Procédure

##### Préchauffage

Les éléments doivent être placés dans une étuve à air pulsé. L'air de l'étuve doit être chauffé à 80 °C et doit y demeurer pendant au moins 8 h. La température de l'air dans l'étuve doit être enregistrée en continu et ne doit jamais descendre en dessous de 80 °C pendant les 8 h de préchauffage.

both polarities. The value of the voltage in both polarities shall be equal to the specified dry d.c. positive withstand voltage corrected for atmospheric conditions, and applied as specified in clause 15.

#### 18.4 Acceptance criteria

The insulator design is rejected if any insulators puncture or shatter during any part of the test, or flashes over during the dry d.c. withstand voltage test.

### 19 Electrical body resistance test

#### 19.1 Test procedure

The electrical body resistance measurement shall be made at a cap temperature of  $(120 \pm 2)$  °C using the procedure described in the ion migration type test (see 18.3.1).

#### 19.2 Acceptance criteria

The individual electrical body resistance at the measured cap temperature (allowable from 118 °C to 122 °C) shall lie within the range of 50 % to 200 % of the corrected reference body electrical resistance obtained during the ion migration type test. The correction shall be done for the cap temperature measured during the sample test.

The A factor used for this correction shall be the mean value computed during the ion migration type test for 90 °C to 150 °C.

The re-test procedure in 10.3 applies to this test.

### 20 Thermal runaway test

Temperature of the oven:	80 °C	
Applied voltage on the pin:	Insulators with $SFL < 300$ kN:	+110 kV d.c., -0 %, +5 %
	Insulators with $SFL \geq 300$ kN:	+125 kV d.c., -0 %, +5 %

NOTE – *SFL*: Specified (electro-)mechanical Failing Load

The surface of the insulator shall be clean and dry.

#### 20.1 Duration

- 8 h minimum of preheating;
- 8 h of voltage application at 80 °C;
- 30 min of waiting period;
- 1 min withstand at the specified test voltage.

#### 20.2 Procedure

##### *Preheating*

The units shall be placed in a forced-air oven. The air in the oven shall be heated to 80 °C and shall remain at this temperature for at least 8 h. The air temperature in the oven shall be continuously recorded and shall never be allowed to fall below 80 °C during the 8 h of preheating.

### *Application de la tension*

Après la période de préchauffage de 8 h, la tension d'essai doit être appliquée de façon continue pendant 8 h consécutives avec l'étuve à 80 °C. Pendant l'essai, la température de l'air dans l'étuve ainsi que la tension, enregistrées de façon continue, ne doivent jamais descendre en dessous des valeurs spécifiées.

### *Période d'attente*

Après l'application de la tension pendant 8 h, la tension et le chauffage doivent être coupés. La porte de l'étuve doit demeurer fermée. Les isolateurs doivent rester en place pendant 30 min.

NOTE - Le taux de refroidissement de l'étuve est sans importance.

### *Vérification de perforation*

Après la période d'attente, la tension d'essai doit être réappliquée aux isolateurs pendant 1 min pour vérifier l'absence de perforation.

### *20.3 Critères d'acceptation*

La conception d'isolateur est rejetée si l'un des isolateurs perfore ou se brise pendant toute la durée de l'essai.

## **21 Essai électrique individuel**

Les éléments de chaîne en céramique doivent être soumis à une tension alternative appliquée en permanence.

La tension doit être appliquée entre les parties métalliques.

La tension alternative peut être à fréquence industrielle ou à haute fréquence.

Quand la tension d'essai est à fréquence industrielle, elle doit être appliquée pendant 3 min à 5 min consécutives et elle doit être suffisamment élevée pour provoquer de fréquents ou sporadiques contournements (à des intervalles de quelques secondes).

Quand la tension d'essai est à haute fréquence, elle doit être une tension alternative, amortie de façon appropriée, de fréquence comprise entre 100 kHz et 500 kHz. La tension d'essai doit être appliquée pendant au moins 3 s consécutives et doit être suffisamment élevée pour provoquer un contournement continu. Une tension à fréquence industrielle appliquée aux isolateurs pendant au moins 2 min, ou tout autre moyen approprié, doit être utilisée pour déceler la perforation de l'isolateur pendant ou après l'essai à haute fréquence.

Tout isolateur qui est perforé pendant cet essai doit être éliminé.

Il convient que cet essai, sauf spécification contraire, soit fait après l'essai mécanique individuel de façon à éliminer les isolateurs dont certaines parties pourraient avoir été endommagées pendant l'essai mécanique.

### *Voltage application*

After the 8 h preheating period, the test voltage shall be continuously applied for 8 consecutive hours with the oven at 80 °C. The continuously recorded oven air temperature and voltage shall not fall below the specified values during the test.

### *Waiting period*

After the 8 h voltage application period, the voltage and the heating shall be switched off. The oven door shall be kept closed. The insulators shall remain in position for a period of 30 min.

NOTE – The rate of cooling of the oven is not important.

### *Puncture verification*

After the waiting period, the test voltage shall be applied to the insulators for 1 min to verify that no puncture has occurred.

### *20.3 Acceptance criteria*

The insulator design is rejected if any insulators puncture or shatter during the test.

## **21 Routine electrical test**

String insulator units in ceramic material shall be subjected to a continuously applied alternating voltage.

The voltage shall be applied between the metal parts.

The alternating voltage may be at power frequency or at high frequency.

When using power frequency, the test voltage shall be applied for three to five consecutive minutes and shall be sufficiently high to produce sporadic or occasional flashover (every few seconds).

When using high frequency this shall be a suitably damped alternating voltage with a frequency between 100 kHz and 500 kHz. The test voltage shall be applied for at least three consecutive seconds and shall be sufficiently high to cause continuous flashover. A power-frequency voltage applied to the insulators for at least 2 min, or any other suitable means, shall be used to detect puncture of the insulator during or after the high-frequency test.

Insulators which puncture during the test shall be rejected.

Unless otherwise specified, this test should be carried out after the mechanical routine test, in order to eliminate insulators which may have been partially damaged in the mechanical test.

## Section 5: Méthodes d'essai pour les essais mécaniques et autres

Dans cette section, on donne les méthodes d'essais et les prescriptions relatives aux essais mécaniques des différents types d'isolateurs concernés par la présente norme. Pour les essais mécaniques et autres, certaines méthodes d'essais sont communes aux essais de type et aux essais sur prélèvements, mais les critères d'acceptation peuvent être différents.

### 22 Vérification des dimensions

On doit vérifier que les dimensions des isolateurs prélevés sont conformes aux dessins qui s'y rapportent, en particulier pour ce qui concerne les dimensions auxquelles s'appliquent des tolérances spéciales (par exemple le pas spécifié dans la CEI 305) et les détails assurant l'interchangeabilité (par exemple les dimensions des accrochages qui font l'objet de la CEI 120 et de la CEI 471).

La vérification par calibre des accrochages à rotule doit être effectuée sur les échantillons E1 et E2 dans le cas des éléments de chaînes d'isolateurs, pour les autres dimensions et les autres types d'isolateurs, seul l'échantillon E2 doit être utilisé.

Sauf spécification contraire, des tolérances de:

$$\pm(0,04d + 1,5 \text{ mm}) \text{ pour } d \leq 300 \text{ mm et pour toute longueur de ligne de fuite,}$$

ou

$$\pm(0,025d + 6 \text{ mm}) \text{ pour } d > 300 \text{ mm}$$

sont admises sur toutes les dimensions pour lesquelles aucune tolérance spéciale n'est demandée ( $d$  étant la dimension vérifiée exprimée en millimètres).

Les tolérances indiquées ci-dessus sont applicables à la longueur de la ligne de fuite même si elle est spécifiée comme ligne de fuite nominale minimale.

La procédure de contre-épreuve indiquée en 10.3 est applicable à cet essai.

### 23 Essai de rupture électromécanique

#### 23.1 Procédure d'essai

Cet essai doit être appliqué aux éléments de chaîne pour lesquels une décharge électrique interne permettra de déceler un défaut mécanique de la partie isolante.

Les éléments de chaîne doivent être soumis individuellement à une tension à fréquence industrielle égale à 50 kV et à une charge de traction, appliquées simultanément entre les parties métalliques. La tension doit être maintenue pendant toute la durée de l'essai.

En ce qui concerne leurs principales dimensions, les pièces d'accrochage de la machine d'essai doivent être conformes à la CEI 120 pour les isolateurs à rotule et logement de rotule et à la CEI 471 pour les isolateurs à chape et tenon. Des pièces d'accrochage de la même résistance (standards ou renforcées) doivent être utilisées dans les essais de type et les essais sur prélèvements.

La charge de traction doit être augmentée rapidement, mais sans à-coup, de zéro jusqu'à 75 % de la charge de rupture électromécanique spécifiée; on l'augmente ensuite graduellement à un taux d'accroissement compris entre 100 % et 35 % de la charge de rupture

## Section 5: Test procedures for mechanical and other tests

This section gives the test procedures and requirements for mechanical testing of the different types of insulators which fall within the scope of this standard. For the mechanical and other tests, certain test procedures are common to both the type and sample tests, but the acceptance criteria may differ.

### 22 Verification of the dimensions

The dimensions of the tested insulators shall be checked in accordance with the relevant drawings, particularly with regard to any dimensions to which special tolerances apply (e.g. spacing specified in IEC 305) and details affecting interchangeability (e.g. coupling dimensions which form the subject of IEC 120 and IEC 471).

Coupling gauging of string insulator units shall be verified on both E1 and E2 samples, for other dimensions and other types of insulators only the E2 sample shall be used.

Unless otherwise agreed, a tolerance of:

$\pm(0,04d + 1,5 \text{ mm})$  when  $d \leq 300 \text{ mm}$  and for all lengths of creepage distance,  
or  
 $\pm(0,025d + 6 \text{ mm})$  when  $d > 300 \text{ mm}$

is allowed on all dimensions for which special tolerances do not apply ( $d$  being the checked dimension in millimetres).

The tolerances given above apply to creepage distance, even if it is specified as a minimum nominal value.

The re-test procedure in 10.3 applies to this test.

### 23 Electromechanical failing load test

#### 23.1 Test procedure

This test shall be applied to string insulator units of types such that an internal electrical discharge will serve to indicate mechanical failure of the insulating part.

The string insulator units shall be subjected individually to a power-frequency voltage equal to 50 kV and to a tensile load applied simultaneously between the metal parts. The voltage shall be maintained throughout the test.

As regards their essential dimensions, the coupling pieces of the testing machine shall be in accordance with IEC 120 for insulators with ball and socket couplings and with IEC 471 for insulators with clevis and tongue couplings. Coupling pieces of the same strength (standard or reinforced) shall be used in the type and sample tests.

The tensile load shall be increased from zero rapidly but smoothly up to approximately 75 % of the specified electromechanical failing load and shall then be gradually increased at a rate of between 100 % and 35 % of the specified electromechanical failing load per minute

électromécanique spécifiée par minute, jusqu'à ce que la charge de rupture comme définie à l'article 3 soit atteinte et sa valeur notée. (Les taux indiqués correspondent à une durée comprise entre 15 s et 45 s pour atteindre la charge de rupture électromécanique spécifiée.)

### 23.2 Critères d'acceptation

A partir des charges de rupture individuelles  $X$  obtenues pendant l'essai de rupture mécanique ou électromécanique, la valeur moyenne  $\bar{X}$  et l'écart type  $\sigma_{n-1}$  sont calculés.

Les symboles suivants sont utilisés:

$CRS$	charge de rupture électromécanique ou mécanique spécifiée
$\bar{X}_T$	valeur moyenne des résultats de l'essai de type
$\bar{X}_1$	valeur moyenne des résultats de l'essai sur prélèvements
$\bar{X}_2$	valeur moyenne des résultats de la contre-épreuve
$\sigma_T$	écart type des résultats de l'essai de type
$\sigma_1$	écart type des résultats de l'essai sur prélèvements
$\sigma_2$	écart type des résultats de la contre-épreuve
$C_{0123}$	constantes d'acceptation

Un essai de type est satisfaisant si

$$\bar{X}_T \geq CRS + C_0 \sigma_T$$

Un essai sur prélèvements est satisfaisant si

$$\bar{X}_1 \geq CRS + C_1 \sigma_1$$

Si  $CRS + C_2 \sigma_1 \leq \bar{X}_1 < CRS + C_1 \sigma_1$ , une contre-épreuve sur un double échantillon est permis dans les essais sur prélèvements.

La contre-épreuve est satisfaisante si:

$$\bar{X}_2 \geq CRS + C_3 \sigma_2$$

dans laquelle la valeur moyenne  $\bar{X}_2$  et l'écart type  $\sigma_2$  sont obtenus à partir des seuls résultats de la contre-épreuve.

Si la contre-épreuve n'est pas satisfaisante, le lot est considéré comme ne satisfaisant pas à la présente norme et une investigation des origines de l'échec doit être effectuée. (Dans le cas d'un lot qui a été divisé en lots plus petits, et quand un des plus petits lots n'est pas satisfaisant, l'investigation peut être étendue aux autres lots.)

L'annexe A indique une méthode de comparaison des résultats des essais électro-mécaniques ou mécaniques en essai de type et sur prélèvements.

NOTE - Lors du calcul de l'écart type  $\sigma$ , l'attention est attirée sur le fait qu'il s'agit de l'écart type d'échantillon où le dénominateur est égal à  $n-1$ .

until the failing load as defined in clause 3 is reached and the value recorded. (The rates indicated correspond to reaching the specified electromechanical failing load in a time between 15 s and 45 s.)

### 23.2 Acceptance criteria

From the individual failing loads  $X$  obtained during the electromechanical or mechanical failing load test, the mean value  $\bar{X}$  and the standard deviation  $\sigma_{n-1}$  shall be calculated.

The following symbols are used:

$SFL$	specified electromechanical or mechanical failing load
$\bar{X}_T$	mean value of the type test results
$\bar{X}_1$	mean value of the sample test results
$\bar{X}_2$	mean value of the re-test results
$\sigma_T$	standard deviation of the type test results
$\sigma_1$	standard deviation of the sample test results
$\sigma_2$	standard deviation of the re-test results
$C_{0123}$	acceptance constants

A type test is passed, if

$$\bar{X}_T \geq SFL + C_0 \sigma_T$$

A sample test is passed, if

$$\bar{X}_1 \geq SFL + C_1 \sigma_1$$

If  $SFL + C_2 \sigma_1 \leq \bar{X}_1 < SFL + C_1 \sigma_1$ , a re-test with the double sample size is permitted in sample tests.

The re-test is passed, if

$$\bar{X}_2 \geq SFL + C_3 \sigma_2$$

in which the mean value  $\bar{X}_2$  and standard deviation  $\sigma_2$  are obtained from the re-test results only.

If the re-test is not passed, the lot is considered as not complying with the standard and an investigation shall be carried out in order to find out the causes of failure. (In the case of a lot that has been divided into smaller lots and if one of the smaller lots does not comply, the investigation may be extended to the other lots.)

A method of comparison of the results of electromechanical or mechanical type and sample tests is given in annex A.

NOTE – When calculating the standard deviation  $\sigma$ , attention is drawn to the fact that it is the *sample standard deviation* where the denominator is  $n-1$ .

### 23.3 Coefficient pour les essais de type

Le coefficient  $C_0$  ci-dessous doit être utilisé pour l'analyse des résultats des essais de type de charge de rupture mécanique, électromécanique et l'essai d'endurance thermomécanique sur les chaînes d'isolateurs.

Taille d'échantillon = 5

$$C_0 = 1,2$$

Taille d'échantillon = 10

$$C_0 = 0,72$$

### 23.4 Coefficients pour les essais sur prélèvements

Les coefficients ci-dessous doivent être utilisés pour l'analyse des résultats des essais sur prélèvements de charge de rupture mécanique et électromécanique sur les isolateurs:

Coefficients	Taille de l'échantillon (E1)		
	4	8	12
$C_1$	1	1,42	1,7
$C_2$	0,8	1,2	1,5
$C_3$	1	1,42	1,7

## 24 Essai de rupture mécanique

### 24.1 Procédure d'essai

Les éléments de chaîne doivent être soumis individuellement à une charge de traction appliquée entre leurs parties métalliques.

En ce qui concerne leurs principales dimensions, les pièces d'accrochage de la machine d'essai doivent être conformes à la CEI 120 pour les isolateurs à rotule et logement de rotule et à la CEI 471 pour les isolateurs à chape et tenon. Des pièces d'accrochage de la même résistance (standards ou renforcées) doivent être utilisées dans les essais de type et les essais sur prélèvements.

La charge de traction doit être augmentée rapidement, mais sans à-coup, de zéro jusqu'à 75 % de la charge de rupture électromécanique spécifiée; on doit l'augmenter ensuite graduellement à un taux d'accroissement compris entre 100 % et 35 % de la charge de rupture mécanique spécifiée par minute, jusqu'à ce que la charge de rupture définie à l'article 3 soit atteinte et sa valeur notée. (Les taux indiqués correspondent à une durée comprise entre 15 s et 45 s pour atteindre la charge de rupture mécanique spécifiée.)

### 24.2 Critères d'acceptation

Voir 23.2.

### 23.3 Coefficient for type tests

The following coefficient  $C_0$  shall be used for the analysis of the type test results of the electromechanical failing load, mechanical failing load and thermal-mechanical performance tests on string insulators:

Sample size = 5

$$C_0 = 1,2$$

Sample size = 10

$$C_0 = 0,72$$

### 23.4 Coefficients for sample tests

The following coefficients shall be used for the analysis of the sample test results of the electromechanical failing load and mechanical failing load tests on insulators:

Coefficients	Sample size (E1)		
	4	8	12
$C_1$	1	1,42	1,7
$C_2$	0,8	1,2	1,5
$C_3$	1	1,42	1,7

## 24 Mechanical failing load test

### 24.1 Test procedure

The string insulator units shall be subjected individually to a tensile load applied between their metal parts.

As regards their essential dimensions, the coupling pieces of the testing machine shall be in accordance with IEC 120 for insulators with ball and socket couplings and with IEC 471 for insulators with clevis and tongue couplings. Coupling pieces of the same strength (standard or reinforced) shall be used in the type and sample tests.

The tensile load shall be increased from zero rapidly, but smoothly, up to approximately 75% of the specified mechanical failing load and shall then be gradually increased, at a rate of between 100 % and 35 % of the specified mechanical failing load per minute until the failing load as defined in clause 3 is reached and the value recorded. (The rates indicated correspond to reaching the specified mechanical failing load in a time between 15 s and 45 s.)

### 24.2 Acceptance criteria

See 23.2.

## 25 Essai d'endurance thermomécanique

### 25.1 Procédure d'essai

Les éléments de chaînes d'isolateurs doivent être soumis à quatre cycles de 24 h de refroidissement et de réchauffage, et à une charge de traction comprise entre 60 % et 65 % de la charge de rupture mécanique ou électromécanique spécifiée. Chaque cycle de 24 h doit commencer avec une période de refroidissement à  $-(30 \pm 5)$  °C suivi d'une période de chauffage à  $+(40 \pm 5)$  °C. Les tolérances sur les températures des cycles chauds et froids doivent être respectées de telle manière qu'une différence minimale de 70 K soit assurée entre les températures chaudes et froides. Les températures maximales et minimales doivent être conservées pendant au moins 4 h consécutives du cycle. La vitesse de changement de température n'est pratiquement pas critique et dépendra de l'équipement d'essai. Toute température doit être mesurée sur ou près d'une partie métallique d'un des isolateurs.

La charge de traction doit être appliquée aux isolateurs à la température ambiante avant le début du premier cycle thermique. Elle doit être entièrement supprimée et réappliquée à la fin de chaque période de chauffage, excepté la dernière. A l'issue du quatrième cycle de 24 h et du refroidissement à la température ambiante, la charge de traction doit être supprimée. La procédure d'essai est représentée schématiquement à la figure 3.

Le jour même, après suppression de la charge de traction, les isolateurs doivent être soumis à un essai de rupture électromécanique (article 23) ou mécanique (article 24).

#### NOTES

- 1 Les isolateurs peuvent être reliés en série et/ou en parallèle quand ils sont soumis aux cycles thermiques et à la charge mécanique. S'ils sont mis en parallèle, il convient que ces éléments portent une charge égale.
- 2 Il convient que les haltères qui sont utilisés, par exemple pour l'assemblage des isolateurs du type fût long, ne soient pas inclus dans l'essai mécanique puisqu'ils ne font pas partie de la conception interne de l'isolateur.

### 25.2 Critères d'acceptation

Les critères d'acceptation de l'essai de type mécanique ou électromécanique doivent être utilisés (voir 23.2). Si un isolateur est défaillant pendant les cycles de réchauffage et de refroidissement, les isolateurs sont considérés comme ne satisfaisant pas à cette norme.

## 26 Essai de résistance mécanique résiduelle

### 26.1 Essais précédents

L'essai de résistance mécanique résiduelle doit être précédé par l'essai de résistance aux variations brusques de température selon l'article 29.

NOTE - Les raisons pour effectuer l'essai de résistance aux variations brusques de température sont expliquées dans la CEI 797.

### 26.2 Préparation des échantillons d'essai

Après que les isolateurs ont subi l'essai de résistance aux variations brusques de température, l'ailette de leur partie isolante doit être cassée par un moyen mécanique quelconque, tel que coups de marteau. Il ne doit rester aucune partie d'ailette en dehors du diamètre maximal du capot.

## 25 Thermal-mechanical performance test

### 25.1 Test procedure

The insulator units shall be subjected to four 24 h cycles of cooling and heating with a simultaneously applied tensile load maintained between 60 % and 65 % of the specified electromechanical or mechanical failing load. Each 24 h cycle shall start with one cooling to  $-(30 \pm 5) ^\circ\text{C}$  followed by one heating to  $+(40 \pm 5) ^\circ\text{C}$ . The tolerances on the temperatures of the hot and cold cycles shall be respected in such a way as to ensure a minimum difference of 70 K between the recorded hot and cold temperatures. The maximum and minimum temperatures shall be kept for at least four consecutive hours of the temperature cycle. The rate of temperature change is not of practical importance and will depend on the test facilities. All temperatures shall be measured on or near a metallic part of one of the insulators.

The tensile load shall be applied to the insulator units at room temperature before starting the first thermal cycle. It shall be completely removed and re-applied at the end of each heating period, the last one excepted. After the fourth 24 h cycle after cooling to room temperature the tensile load shall be removed. The test procedure is schematically represented in figure 3.

The electromechanical (clause 23) or the mechanical failing load test (clause 24) shall be carried out on the same day the tensile load has been removed from the insulator units.

#### NOTES

- 1 The insulator units may be coupled together in series and/or in parallel when subjected to the thermal cycles and the mechanical load. When coupled in parallel, the insulator units should be equally loaded.
- 2 Loose coupling pins, for example those used with insulators of the long rod type, should not be included in the mechanical test since they are not part of the internal design of the insulator.

### 25.2 Acceptance criteria

The acceptance criteria for the electromechanical and mechanical failing load tests shall be used (see 23.2). If any insulator fails during the cycles of heating and cooling, the insulators are considered as not complying with this standard.

## 26 Residual mechanical strength test

### 26.1 Previous tests

The residual strength test shall be preceded by the temperature cycle test according to clause 29.

NOTE – The reasons for carrying out the temperature cycle test are explained in IEC 797.

### 26.2 Preparation of the test pieces

After the insulators have undergone the temperature cycle test, the shed of the insulating part of the insulators shall be broken off by mechanical means, for example by hammer blows. No portion of the shed shall remain outside the maximum diameter of the cap.

### 26.3 Procédure d'essai

Les échantillons doivent être soumis individuellement à une charge de traction entre les parties métalliques (voir 24.1). La charge de traction doit être augmentée rapidement, mais sans à-coups, de zéro jusqu'à environ 40 % de la charge de rupture mécanique ou électromécanique spécifiée pour l'isolateur complet; elle doit ensuite être augmentée graduellement avec un taux d'accroissement compris entre 0,5 % et 1 % de la charge de rupture mécanique ou électromécanique spécifiée par seconde, jusqu'à ce que la rupture intervienne.

La charge maximale atteinte durant l'essai est notée comme étant la résistance résiduelle de la pièce.

### 26.4 Résultats d'essai

Lors de l'essai de résistance résiduelle, les échantillons peuvent montrer deux formes différentes de rupture à la charge maximale:

- le capot et la tige sont séparés, par exemple avec arrachement de la tige, ou
- une partie métallique est cassée (le capot ou la tige).

La forme de rupture doit être notée pour chaque échantillon.

#### 26.4.1 Symboles et explications

- $X_s$  charge de séparation
- $X_b$  charge de rupture des pièces métalliques
- $\bar{X}_s$  moyenne des charges  $X_s$
- $\sigma$  écart type des charges  $X_s$
- CRS* charge de rupture spécifiée des isolateurs intacts

#### 26.5 Critères d'acceptation pour l'essai de type

Si le nombre de ruptures par séparation est au moins 10, l'essai est satisfaisant:

- si  $\bar{X}_s \geq 0,65 CRS + 1,645 \sigma$  et
- si chaque  $X_b \geq CRS$ .

Si le nombre de ruptures par séparation est inférieur à 10, l'essai est satisfaisant:

- si chaque  $X_s \geq 0,65 CRS$  et
- si chaque  $X_b \geq CRS$ .

#### 26.6 Critères d'acceptation pour l'essai sur prélèvements

L'essai sur prélèvements est satisfaisant:

- si chaque  $X_s \geq 0,65 CRS$  et
- si chaque  $X_b \geq CRS$ .

La procédure de contre-épreuve indiquée en 10.3 est applicable à cet essai.

#### 26.7 Comparaison des résultats d'essai de type et sur prélèvements

Aucune méthode de comparaison des résultats d'essai de type et sur prélèvements n'est requise pour l'essai de résistance mécanique résiduelle.

### 26.3 Test procedure

The test pieces shall be subjected individually to a tensile load applied between the metal parts (see 24.1). The tensile load shall be increased from zero rapidly but smoothly up to approximately 40 % of the specified mechanical or electromechanical failing load of the complete insulators; the load shall be increased gradually with a rate of increase between 0,5 % and 1 % of the specified mechanical or electromechanical failing load per second until breakage occurs.

The maximum load reached during the test is recorded as the residual strength of the piece.

### 26.4 Test results

In the residual strength test, the pieces may exhibit two alternative modes of breakage at the maximum load:

- the cap and the pin separate, for example the pin is pulled out, or
- a metal part breaks (the cap or the pin).

The mode of failure shall be noted for each test piece.

#### 26.4.1 Symbols and explanations

$X_s$	load of separation
$X_b$	load of breakage of metal parts
$\bar{X}_s$	mean of the loads $X_s$
$\sigma$	standard deviation of the loads $X_s$
SFL	specified failing load of the (sound) insulators

### 26.5 Acceptance criteria for the type test

If the number of failures by separation is at least 10, the test is passed:

- if  $\bar{X}_s \geq 0,65 SFL + 1,645 \sigma$  and  
 if each  $X_b \geq SFL$ .

If the number of failures by separation is smaller than 10, the test is passed:

- if each  $X_s \geq 0,65 SFL$  and  
 if each  $X_b \geq SFL$ .

### 26.6 Acceptance criteria for the sample test

The sample test is passed:

- if each  $X_s \geq 0,65 SFL$  and  
 if each  $X_b \geq SFL$ .

The re-test procedure in 10.3 applies to this test.

### 26.7 Comparison between type and sample test results

No method of comparison between type test and sample test results is required for the residual strength test.

## 27 Vérification des déplacements axial, radial et angulaire

### 27.1 Procédure d'essai

L'élément de chaîne d'isolateurs est placé en légère traction entre des pièces d'accrochage en accord avec la CEI 120 ou la CEI 471 qui sont montées d'une manière appropriée. Dans le cas des isolateurs à chape et à tenon, il peut être nécessaire d'ajouter des cales pour centrer les ferrures dans les pièces d'accrochage. Les pièces d'accrochage doivent être dans le même axe vertical et doivent pouvoir tourner librement.

#### *Pour les éléments à capot et tige*

La pièce d'accrochage supérieure doit être soit un logement de rotule soit une chape de manière que l'isolateur pende par sa rotule ou son tenon avec son capot tenu en place par la pièce d'accrochage inférieure. Deux dispositifs de mesure A et B sont montés comme le montre la figure 4a de manière qu'ils soient en contact respectivement avec le diélectrique au point de diamètre maximal et sur l'extrémité de l'ailette extérieure.

L'isolateur est tourné de 360° et la variation maximale de l'indication de chaque dispositif est notée.

NOTE – La variation de l'indication du dispositif A comprendra toute variation de planéité du diélectrique. Des variations acceptables seront normalement en deçà des valeurs maximales spécifiées. Des variations excessives de planéité donneront lieu à des variations de l'indication du dispositif A supérieures à la valeur maximale spécifiée.

#### *Pour les éléments à fût long*

Le dispositif de mesure B est placé comme le montre la figure 4b de manière qu'il soit en contact avec le fût du diélectrique aussi près que possible du centre de l'isolateur.

L'isolateur est tourné de 360° et la variation maximale de l'indication du dispositif est notée.

De plus, le déplacement angulaire  $\alpha$  des pièces d'accrochage doit être mesuré selon une méthode appropriée, comme par exemple dans la figure 5.

### 27.2 Critères d'acceptation pour les isolateurs à capot et tige

Les variations maximales des indications des dispositifs de mesure sont données à titre indicatif, des valeurs normalisées à respecter n'étant pas encore définies.

*Variation en A:* 4 % du diamètre nominal de l'isolateur;

*Variation en B:* 3 % du diamètre nominal de l'isolateur.

La procédure de contre-épreuve indiquée en 10.3 est applicable à cet essai.

### 27.3 Critères d'acceptation pour les isolateurs à fût long

Les variations maximales des indications des dispositifs de mesure sont données à titre indicatif, des valeurs normalisées à respecter n'étant pas encore définies.

*Variation en B:* 1,4 % de la longueur de l'isolateur pour les isolateurs  $\leq 750$  mm de long;  
1,2 % de la longueur de l'isolateur pour les isolateurs  $> 750$  mm de long.

## 27 Verification of the axial, radial and angular displacements

### 27.1 Test procedure

The string insulator unit is placed in light tension between suitably mounted coupling pieces which are in accordance with IEC 120 or IEC 471. In the case of clevis and tongue couplings, it may be necessary to add shims to centre the metal fittings in the couplings. The two coupling pieces shall be on the same vertical axis and shall be free to rotate.

#### *For cap and pin insulator units*

The upper mounting piece shall be either a socket or a clevis so that the insulator under test hangs by its ball or tongue with the cap located by the lower mounting piece. Two measuring devices A and B are arranged as shown in figure 4a so that they make contact with the insulating component at the point of maximum diameter and at the tip of the outermost rib respectively.

The insulator is rotated through 360° and the maximum variation in the readings of the measuring devices is noted.

**NOTE** – The variation in the reading of measuring device A will include any variation in the flatness of the insulating component. Normally acceptable variations will fall within the specified maximum values. Excessive variations from flatness will result in the variations of the measurements with device A being above the specified maximum value.

#### *For long rod insulator units*

The measuring device B is arranged as shown in figure 4b so that it makes contact with the core of the insulating component as close as possible to the centre of the insulator.

The insulator is rotated through 360° and the maximum variation in the reading of the measuring device is noted.

In addition, the angular displacement  $\alpha$  of the coupling pieces shall be measured by a suitable method, for example, as in figure 5.

### 27.2 Acceptance criteria for cap and pin insulators

The following maximum variations in the readings of the measuring devices are given for guidance only, mandatory standard values are not yet available:

*Variation on A:* 4 % of the nominal insulator diameter;

*Variation on B:* 3 % of the nominal insulator diameter.

The re-test procedure in 10.3 applies to this test.

### 27.3 Acceptance criteria for long rod insulators

The following maximum variations in the readings of the measuring devices are given for guidance only, mandatory standard values are not yet available.

*Variation on B:* 1,4 % of the insulator length for insulator lengths  $\leq 750$  mm;  
1,2 % of the insulator length for insulator lengths  $> 750$  mm.

La valeur du déplacement angulaire  $\alpha$  des pièces d'accrochage ne doit pas dépasser la valeur ci-dessous :

- pour les accrochages à chape et tenon  $\alpha \leq 4^\circ$
- pour les accrochages à logement de rotule  $\alpha \leq 15^\circ$
- pour d'autres combinaisons de pièces d'accrochage  $\alpha \leq 15^\circ$  sauf si l'acheteur et le fabricant se sont mis d'accord sur une autre valeur.

La procédure de contre-épreuve indiquée en 10.3 est applicable à cet essai.

## 28 Vérification du système de verrouillage

Cet essai est applicable aux éléments de chaîne d'isolateurs munis d'assemblages à rotule et à logement de rotule. L'essai comprend quatre parties:

- conformité du dispositif de verrouillage;
- vérification du verrouillage;
- position du dispositif de verrouillage (seulement pour les goupilles);
- essai de manoeuvre.

La procédure de contre-épreuve indiquée en 10.3 est applicable à cet essai.

### 28.1 Conformité du dispositif de verrouillage

Le fabricant d'isolateurs ou d'accessoires métalliques doit vérifier que les dispositifs de verrouillage soient conformes à la CEI 372. Cette vérification doit être attestée par un certificat d'essai tenu disponible par le fabricant des isolateurs.

NOTE – S'il n'est pas prouvé que les dispositifs de verrouillage équipant des isolateurs présentés pour acceptation proviennent du même lot que celui qui a donné lieu au certificat, des essais conformes à la CEI 372 peuvent être effectués sur un nombre de dispositifs de verrouillage égal au maximum, à la taille d'échantillon E2 défini en 10.2.

### 28.2 Vérification du verrouillage

Les isolateurs du type capot et tige sont assemblés en chaînes de deux éléments. Pour les isolateurs du type fût long, on assemble un élément avec l'assemblage correspondant. Le dispositif de verrouillage est placé en position de verrouillage. On vérifie alors qu'en appliquant des mouvements comparables à ceux des conditions normales d'utilisation, il n'est pas possible d'obtenir un déverrouillage de la chaîne ou de l'assemblage.

### 28.3 Position du dispositif de verrouillage

Pour les goupilles, on vérifie qu'en position de verrouillage les branches ne dépassent pas l'entrée du logement de rotule et qu'on peut introduire un outil pointu de la moitié du diamètre de l'oeil dans l'oeil de la goupille, permettant de faire passer la goupille de la position de verrouillage à la position d'assemblage.

#### NOTES

- 1 Voir la CEI 372 pour une illustration des positions d'assemblage et de verrouillage.
- 2 Dans le cas des goupilles, on attire l'attention sur le fait qu'un choc excessif sur la tête de la goupille au moment où elle est placée en position de verrouillage peut produire une déformation telle que l'aptitude au verrouillage en soit affectée. Il convient également de veiller à ce que le fonctionnement de la goupille ne soit pas affecté par la déformation provoquée au moment de l'ouverture des extrémités.
- 3 Pour l'assemblage normalisé 11, il est admis que les branches de la goupille puissent dépasser l'entrée du logement de rotule de 5 mm au maximum.

The value of the angular displacement  $\alpha$  of the coupling pieces shall not exceed the following value:

- for clevis and tongue couplings  $\alpha \leq 4^\circ$
- for ball and socket caps  $\alpha \leq 15^\circ$
- for other combinations of coupling pieces  $\alpha \leq 15^\circ$  unless otherwise agreed between the purchaser and the manufacturer.

The re-test procedure in 10.3 applies to this test.

## 28 Verification of the locking system

This test is applicable to string insulator units with ball and socket couplings. The test comprises four parts:

- conformity of the locking device;
- verification of locking;
- position of the locking device (for split-pin types only);
- operation test.

The re-test procedure in 10.3 applies to these tests.

### 28.1 Conformity of the locking device

The insulator or fitting manufacturer shall verify that the locking devices conform to the requirements of IEC 372. This verification shall be confirmed by a test certificate held available by the insulator manufacturer.

NOTE – If there is no evidence that the locking devices equipping the insulators presented for acceptance belong to the same lot for which the certificate was established, tests conforming to IEC 372 may be carried out on a number of locking devices not more than the sample size E2 given in 10.2.

### 28.2 Verification of locking

The insulators are connected in strings of two units for cap and pin insulators. In the case of long rod insulators, the insulator unit is assembled with the corresponding ball-link. The locking device is placed in the locking position. Then, by applying movements comparable to those experienced in service, it is checked that no uncoupling of the string or ball-link is possible.

### 28.3 Position of the locking device

For split-pin types, it is checked that in the locking position the legs do not protrude beyond the entry of the socket and that it is possible to introduce a sharp tool of half the eye diameter into the eye, to pull the split-pin from the locking position to the coupling position.

#### NOTES

- 1 See IEC 372 for illustration of coupling and locking positions.
- 2 In the case of split-pin types, attention is drawn to the fact that excessive impact on the head of the pin during location into the locking position can cause deformation to the extent that the locking capability is affected. Care should also be taken that the functioning of the split-pin is not affected by deformation caused during opening out of the tips.
- 3 For standard coupling 11, it is permissible for the split-pin legs to extend beyond the socket entry by not more than 5 mm.

#### 28.4 Procédure pour l'essai de manoeuvre

Le dispositif est placé en position de verrouillage.

##### *Pour les goupilles*

Par un dispositif approprié, un effort de traction  $F$  est appliqué sur l'oeil de la goupille, suivant son axe.

##### *Pour les agrafes*

A l'aide d'une barre d'acier ayant une section rectangulaire de dimensions  $F_5 \times T$  (voir ces cotes dans la CEI 372), on applique un effort  $F$  sur les deux extrémités arrondies de l'agrafe suivant son axe.

L'effort est augmenté progressivement jusqu'à ce que le dispositif passe en position d'assemblage. La manoeuvre de passage de la position de verrouillage à la position d'assemblage doit être effectuée trois fois de suite. L'effort  $F$  qui provoque le passage du dispositif de verrouillage à la position d'assemblage est noté pour chaque opération. Ensuite un effort  $F_{\max}$  comme montré dans les critères d'acceptation ci-dessous doit être appliqué et le dispositif de verrouillage ne doit pas sortir entièrement de son logement.

#### 28.5 Critères d'acceptation pour l'essai de manoeuvre

Les valeurs de l'effort  $F$  pour les trois manoeuvres doivent être comprises entre les valeurs de  $F_{\min}$  et  $F_{\max}$  ci-dessous:

	Goupilles	Agrafes
- pour l'assemblage normalisé 11	$F_{\min} = 30 \text{ N}$ $F_{\max} = 300 \text{ N}$	$F_{\min} = 25 \text{ N}$ $F_{\max} = 250 \text{ N}$
- pour les assemblages normalisés 16A-16B, 20, 24	$F_{\min} = 50 \text{ N}$ $F_{\max} = 500 \text{ N}$	$F_{\min} = 25 \text{ N}$ $F_{\max} = 250 \text{ N}$

#### NOTES

1 Dans le cas où l'on utilise des goupilles fabriquées avec des aciers inoxydables de grande dureté, les efforts de 300 N et 500 N peuvent être parfois insuffisants pour obtenir le passage de la position de verrouillage à la position d'assemblage. Par accord entre l'acheteur et le fabricant, des valeurs plus élevées pour  $F_{\max}$  (jusqu'à 650 N pour les assemblages normalisés 16 à 24) peuvent être spécifiées à condition que les méthodes utilisées dans les travaux sous tension permettent ces plus grandes valeurs.

2 Pour les assemblages normalisés 28 et 32, les valeurs  $F_{\min}$  et  $F_{\max}$  seront fixées par accord entre l'acheteur et le fabricant. Les valeurs suivantes sont données à titre indicatif:  $F_{\min} = 100 \text{ N}$ ,  $F_{\max} = 650 \text{ N}$ .

### 29 Essai de résistance aux variations brusques de température

#### 29.1 Procédure d'essai pour les éléments de chaîne en matière céramique

Les isolateurs en matière céramique, avec leurs ferrures scellées, s'il y en a, doivent être plongés rapidement et complètement, sans l'intermédiaire d'aucun récipient, dans un bain d'eau maintenu à une température supérieure de 70 K à celle du bain d'eau froide utilisé pour la suite des essais. Ils restent immergés dans ce bain pendant une durée  $T$  exprimée en minutes :

- $T = (15 + 0,7 m)$  min, avec un maximum de 30 min pour les isolateurs de la classe A ( $m$  étant la masse de l'isolateur en kilogrammes);
- $T = 15$  min pour les isolateurs de la classe B.

#### 28.4 Procedure for the operation test

The locking device is placed in the locking position.

##### *For split-pin types*

By means of an appropriate device, a tensile load  $F$  is applied to the eye of the split-pin along this axis.

##### *For W-clips*

By means of a steel bar of rectangular cross-section of dimensions  $F_5 \times T$  (for these dimensions see IEC 372), a load  $F$  is applied to the two rounded extremities of the clip, along its axis.

The load is gradually increased until the locking device moves to the coupling position. The operation from the locking to the coupling position shall be carried out three times in succession. The load  $F$  which causes the locking device to move from the locking to the coupling position is noted for each operation. After this, a load  $F_{\max}$  as shown in the acceptance criteria below shall be applied and this shall not cause complete removal of the locking device from the socket.

#### 28.5 Acceptance criteria for the operation test

The values of the load  $F$  for the three operations shall lie between the values of  $F_{\min}$  and  $F_{\max}$  given below:

	Split-pins	W-clips
- for standard coupling 11	$F_{\min} = 30 \text{ N}$ $F_{\max} = 300 \text{ N}$	$F_{\min} = 25 \text{ N}$ $F_{\max} = 250 \text{ N}$
- for standard coupling 16A-16B, 20, 24	$F_{\min} = 50 \text{ N}$ $F_{\max} = 500 \text{ N}$	$F_{\min} = 25 \text{ N}$ $F_{\max} = 250 \text{ N}$

##### NOTES

1 In the case of split-pins made from very hard rust-resisting steels, loads of 300 N and 500 N may sometimes be insufficient to cause movement from the locking to the coupling position. By agreement between the purchaser and the manufacturer, higher value for  $F_{\max}$  (up to 650 N for standard couplings 16 to 24) may be specified if the live-line working methods used permit such higher loads.

2 For standard couplings 28 and 32, the values  $F_{\min}$  and  $F_{\max}$  are to be agreed between the purchaser and the manufacturer. For guidance, the following values are given:  $F_{\min} = 100 \text{ N}$ ,  $F_{\max} = 650 \text{ N}$ .

## 29 Temperature cycle test

### 29.1 Test procedure for string insulator units composed of ceramic material

Insulators of ceramic materials with their integral metal parts, if any, shall be quickly and completely immersed, without being placed in an intermediate container, in a water bath maintained at a temperature of 70 K higher than that of the cold bath used in the rest of the tests and left submerged for a duration  $T$  expressed in minutes:

- $T = (15 + 0,7 m)$  min with a maximum of 30 min for class A insulators (where  $m$  is the mass of the insulator in kilograms);
- $T = 15$  min for class B insulators.

Ils sont alors retirés puis plongés rapidement et complètement, sans l'intermédiaire d'aucun récipient, dans un bain d'eau froide où ils doivent rester immergés pendant la durée indiquée ci-dessus. 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 la plus courte possible et ne pas dépasser 30 s.

Après le troisième cycle les isolateurs doivent être examinés pour vérifier qu'ils ne soient pas fendus, ils sont ensuite soumis à l'essai suivant quand cela est applicable :

*Pour les isolateurs de classe A pour lesquels l'essai individuel mécanique est spécifié:*

- une charge mécanique égale à 80 % de la charge de rupture mécanique spécifiée pendant 1 min;

Pour les isolateurs de classe B :

- l'essai à fréquence industrielle suivant la procédure de l'article 21 pendant 1 min.

### 29.2 *Procédure d'essai spécial pour les isolateurs avec des grandes sections ou pour les très grands isolateurs*

Pour les très grands isolateurs ou des éléments de chaîne avec des grandes sections, les essais décrits en 29.1 peuvent être trop sévères. Un essai de sévérité réduite peut alors leur être appliqué après un accord entre l'acheteur et le fabricant; un écart de température de 50 K convient généralement pour cet essai. Les isolateurs du type rigide ou éléments de chaîne doivent être considérés comme ayant de grandes dimensions si au moins l'une des conditions suivantes est remplie :

$$L > 1\,200 \text{ mm}$$

$$D^2L > 80 \times 10^6 \text{ mm}^3$$

$$d > 90 \text{ mm}$$

$$\varnothing > 25 \text{ mm}$$

où

$L$  est la longueur de l'isolateur;

$D$  est le plus grand diamètre extérieur;

$d$  est le diamètre du fût pour les isolateurs à fût massif (voir la figure 6a);

$\varnothing$  est la plus grande épaisseur déterminée par le diamètre du plus grand cercle qui peut s'inscrire à l'intérieur du tracé de la coupe passant par l'axe de l'isolateur (voir la figure 6b).

### 29.3 *Spécifications complémentaires*

a) Pour les essais ci-dessus, la quantité d'eau contenue dans les cuves d'essais doit être suffisamment importante pour que l'immersion des isolateurs ne provoque pas une variation de la température de l'eau supérieure à  $\pm 5$  K.

b) L'interdiction d'utiliser un récipient intermédiaire n'exclut pas la possibilité d'utiliser un panier grillagé ayant une masse thermique faible et laissant pénétrer l'eau facilement.

They shall be withdrawn and quickly and completely immersed, without being placed in an intermediate container, in the cold water bath where they remain submerged for the same time. This heating and cooling cycle shall be carried out three times in succession. The time taken to transfer from one bath to the other shall be as short as possible and never exceed 30 s.

On completion of the third cycle, the insulators shall be examined to verify that they have not cracked, and shall then be subjected to the following test where applicable:

*Class A insulators for which a routine mechanical test is specified:*

- for 1 min to a mechanical load equal to 80 % of the specified mechanical failing load;

*Class B insulators:*

- for 1 min to a power-frequency test according to the procedure described in clause 21.

### 29.2 *Special test procedure for insulators with thick sections or very large insulators*

For very large insulators or insulator units with thick sections, the tests described in 29.1 above may be too severe and a test of reduced severity may then be applied by agreement between the purchaser and the manufacturer; 50 K is the temperature change generally suitable for this test. For this purpose, very large rigid insulators or string insulator units shall be considered as those having one of the following dimensions:

$$L > 1\,200 \text{ mm}$$

$$D^2L > 80 \times 10^6 \text{ mm}^3$$

$$d > 90 \text{ mm}$$

$$\varnothing > 25 \text{ mm}$$

where

$L$  is the length of insulator;

$D$  is the greatest external diameter;

$d$  is the core diameter for solid core insulators (see figure 6a);

$\varnothing$  is the greatest thickness defined by the diameter of the greatest circle which can be inscribed within the outline of a section through the axis of the insulator (see figure 6b).

### 29.3 *Complementary specifications*

- a) For the above tests, the quantity of water in the test tanks shall be sufficiently large for the immersion of the insulators not to cause a temperature variation of more than  $\pm 5$  K in the water.
- b) The restriction against using an intermediate container does not exclude the use of a wire mesh basket having a low thermal coefficient and giving free access for the water.

#### 29.4 Critères d'acceptation

Les isolateurs doivent résister à cet essai sans fente, perforation ni rupture mécanique. La procédure de contre-épreuve indiquée en 10.3 est applicable à cet essai.

### 30 Essai de choc thermique

#### 30.1 Procédure d'essai

Les isolateurs doivent être plongés brusquement et entièrement dans de l'eau dont la température ne dépasse pas 50 °C, après avoir été chauffés par de l'air chaud ou tout autre moyen approprié à une température uniforme d'au moins 100 K supérieure à celle de l'eau.

Les isolateurs doivent rester dans l'eau pendant au moins 2 min.

#### 30.2 Critères d'acceptation

Les isolateurs doivent résister à cet essai sans rupture du diélectrique. La procédure de contre-épreuve indiquée en 10.3 est applicable à cet essai.

### 31 Vérification de l'absence de porosité

#### 31.1 Procédure d'essai

Des fragments de céramique provenant des isolateurs, ou après entente, des blocs témoins de même composition de céramique cuits à côté des isolateurs doivent être plongés dans une solution alcoolique de fuchsine à 1 % (1 g de fuchsine pour 100 g d'alcool dénaturé) qui est soumise à une pression d'au moins  $15 \times 10^6$  N/m<sup>2</sup> pendant une durée telle que le produit de la pression en newtons par mètre carré par le nombre d'heures ne soit pas inférieur à  $180 \times 10^6$ .

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

#### 31.2 Critères d'acceptation

L'examen à l'oeil nu des surfaces des cassures récentes ne doit révéler aucune pénétration du colorant. On ne doit pas tenir compte de la pénétration du colorant dans les petites fissures produites lors de la préparation initiale des fragments. La procédure de contre-épreuve indiquée en 10.3 est applicable à cet essai.

### 32 Vérification de la qualité de la galvanisation

Sauf spécifications contraires ci-après, les normes ISO suivantes sont applicables pour l'exécution de cet essai: ISO 1459, ISO 1460, ISO 1461, ISO 1463, ISO 2064 et 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: cette réparation sera faite 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 en acier ou en fonte et de ses dimensions: mais comme indication générale, on peut dire qu'une surface de 40 mm<sup>2</sup> est acceptable, 100 mm<sup>2</sup> 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 pièces métalliques séparées parce que la température de celles-ci durant le traitement serait trop élevée pour autoriser cette méthode sur les isolateurs assemblés.

#### 29.4 Acceptance criteria

The insulators shall withstand this test without cracking or puncture or mechanical breakage. The re-test procedure in 10.3 applies to this test.

### 30 Thermal shock test

#### 30.1 Test procedure

The insulators shall be quickly and completely immersed in water the temperature of which does not exceed 50 °C, the insulators having been heated by hot air or other suitable means to a uniform temperature at least 100 K higher than that of the water.

The insulators shall remain in the water for at least 2 min.

#### 30.2 Acceptance criteria

The insulators shall withstand this test without breakage of the insulating component. The re-test procedure in 10.3 applies to this test.

### 31 Porosity test

#### 31.1 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 1 % alcohol solution of fuchsin (1 g fuchsin in 100 g methylated spirit) under a pressure of not less than  $15 \times 10^6$  N/m<sup>2</sup> for a time such that the product of the test duration in hours and the test pressure in newtons per square metre is not less than  $180 \times 10^6$ .

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

#### 31.2 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 neglected. The re-test procedure in 10.3 applies to this test.

### 32 Galvanizing test

Unless otherwise specified below, the following ISO standards are applicable for the performance of this test: ISO 1459, 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 repair is acceptable will depend to some extent on the kind of ferrous part and its dimensions, but for general guidance an area of 40 mm<sup>2</sup> is suggested as being suitable, 100 mm<sup>2</sup> being the maximum for large insulator fittings. Nevertheless, repair of the damaged coating is permitted only in exceptional cases on minor faults, after agreement between purchaser and 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 complete insulators.

### 32.1 Procédures d'essai

En plus de la vérification de la bague de zinc (article 35) et du collier de zinc (article 36, si applicable), les parties doivent être soumises au contrôle d'aspect suivi par la détermination de la masse du revêtement 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 par:

- soit 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 - Suivant accord, on peut utiliser d'autres méthodes d'essai, par exemple l'essai par immersion dans une solution de sulfate de cuivre ou la méthode gazométrique, mais l'acheteur et le fabricant se seront préalablement entendus 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.

#### 32.1.1 Aspect

Les pièces doivent être examinées visuellement.

#### 32.1.2 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 les articles 3 et 4

Sur chaque échantillon à essayer, on doit réaliser de trois à dix mesures suivant ses dimensions. Ces mesures doivent être réparties uniformément 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.

### 32.2 Critères d'acceptation

#### 32.2.1 Critères d'acceptation pour le contrôle d'aspect

Le revêtement doit être continu, aussi uniforme et lisse que possible (cela 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 5.4.2 de l'ISO 1459).

De légers manques de galvanisation peuvent être admis. La surface maximale d'un seul défaut de revêtement peut être de 4 mm<sup>2</sup>, mais la surface totale non recouverte ne doit pas dépasser 0,5 % de la surface totale approximative de la partie métallique avec un maximum de 20 mm<sup>2</sup>.

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

La procédure de contre-épreuve indiquée en 10.3 est applicable à cet essai.

NOTE - Les pièces filetées sont galvanisées après filetage. Les écrous, etc., sont taraudés et protégés après galvanisation, sauf accord différent entre l'acheteur et le fabricant.

### 32.1 *Test procedures*

In addition to the verification of the zinc sleeve (see clause 35) and the zinc collar (see clause 36, when applicable), the parts shall be submitted 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 done:

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

#### 32.1.1 *Appearance*

The parts shall be submitted to a visual inspection.

#### 32.1.2 *Determination of the coating mass by the magnetic test method*

This test shall be made under the conditions prescribed in ISO 2178, in particular clauses 3 and 4.

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.

### 32.2 *Acceptance criteria*

#### 32.2.1 *Acceptance criteria for the appearance test*

The coating shall be continuous, as uniform and as 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 5.4.2 of ISO 1459).

Small uncoated spots are permissible. The maximum area of one uncoated spot may be 4 mm<sup>2</sup>, but the whole uncoated surface shall be not more than 0,5 % of the approximate total surface of the metal part with a maximum of 20 mm<sup>2</sup>.

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

The re-test procedure in 10.3 applies to this test.

NOTE - Parts with screw-threads are galvanized after threading. Nuts, etc., are tapped and protected after galvanizing, unless otherwise agreed between the purchaser and the manufacturer.

### 32.2.2 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 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 (par exemple, 500 g/m<sup>2</sup> en moyenne sur chaque échantillon pour les boulons, écrous et rondelles) dans le cas où le matériel est utilisé dans des conditions particulièrement sévères.

Masse moyenne minimale du revêtement :

- pour les pièces moulées ou forgées, en fonte et en acier:  
600 g/m<sup>2</sup> sur l'ensemble des échantillons, avec 500 g/m<sup>2</sup> sur chaque échantillon ;
- pour les boulons, écrous et rondelles:  
375 g/m<sup>2</sup> sur l'ensemble des échantillons, avec 300 g/m<sup>2</sup> sur chaque échantillon.

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

600 g/m<sup>2</sup> = 85 µm

500 g/m<sup>2</sup> = 70 µm

375 g/m<sup>2</sup> = 54 µm

300 g/m<sup>2</sup> = 43 µm

Toutefois, 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 de 10.3. 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 fait soit par la méthode gravimétrique, soit par la méthode microscopique (voir 32.1).

## 33 Examen visuel individuel

Chaque isolateur doit être examiné. L'assemblage des parties métalliques sur les parties isolantes doit être conforme au dessin.

### 33.1 Isolateurs avec parties isolantes en matière céramique

La couleur de l'isolateur doit correspondre sensiblement à la couleur spécifiée sur le dessin. De légères variations dans la teinte de l'émail sont autorisées et ne doivent pas justifier le refus de l'isolateur. Cela est également applicable aux parties où l'émail est moins épais, donc plus clair, telles que les bords à faible rayon.

Les surfaces spécifiées sur le dessin comme devant être émaillées doivent être recouvertes d'un émail lisse et dur, sans craquelure ni autres défauts préjudiciables à une bonne tenue en service.

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

Les tolérances sur les défauts d'aspect indiquées ci-après sont appliquées sur chaque isolateur.

### 32.2.2 Acceptance criteria for the value of coating mass

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

The following standard minimum values are applicable, unless purchaser and manufacturer have agreed beforehand on higher values (e.g. 500 g/m<sup>2</sup> as an average value on any individual sample for bolts, nuts and washers) if these materials are to be used in unusually severe conditions.

Minimum average coating mass:

- for iron and steel castings and forgings:  
600 g/m<sup>2</sup> for all samples, with 500 g/m<sup>2</sup> on any individual sample;
- for bolts, nuts and washers:  
375 g/m<sup>2</sup> for all samples, with 300 g/m<sup>2</sup> on any individual sample.

NOTE - For guidance, the approximate thicknesses equivalent to the above values are:

600 g/m <sup>2</sup>	= 85 μm
500 g/m <sup>2</sup>	= 70 μm
375 g/m <sup>2</sup>	= 54 μm
300 g/m <sup>2</sup>	= 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 re-test is made by the same procedure according to 10.3. If the result on 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 32.1).

## 33 Routine visual inspection

The examination shall be made on each insulator. The mounting of the metallic parts on the insulating parts shall be in accordance with the drawing.

### 33.1 Insulators with ceramic insulating parts

The colour of the insulator shall approximate 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.

The areas to be glazed, as specified on the drawing, shall be covered by a smooth and shining hard glaze free from cracks and other defects prejudicial to satisfactory performance in service.

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

The tolerances on visual defects indicated below apply to each insulator unit.

La surface totale des défauts d'émail, par isolateur, ne doit pas dépasser:

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

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

$$50 + \frac{D \times F}{20\,000} \text{ mm}^2$$

où

*D* est le plus grand diamètre de l'isolateur, exprimé en millimètres;

*F* est la longueur de la ligne de fuite, exprimée en millimètres.

Les défauts d'émail ne sont pas permis sur le fût des isolateurs à long fût à fût massif.

Des inclusions dans l'émail des ailettes (des grains de réfractaire sur l'ailette supérieure, par exemple) ne doivent pas dépasser une surface totale de 25 mm<sup>2</sup>, de même chaque inclusion ne doit pas être en saillie de plus de 2 mm par rapport à la surface. Les agglomérats d'inclusions (grains de sable par exemple) sont considérés comme un défaut d'émail unique. La surface de l'enveloppe de ces défauts doit être incluse dans la surface totale des défauts d'émail.

Les très petites piqûres, de diamètre inférieur à 1 mm (par exemple celles causées pendant l'émaillage par les grains de poussière) ne doivent pas être incluses dans la surface totale des défauts d'émail. Cependant, sur toute surface de 50 mm x 10 mm, le nombre de piqûres ne doit pas dépasser 15. En outre, le nombre total de piqûres sur l'isolateur ne doit pas dépasser:

$$50 + \frac{D \times F}{1\,500}$$

où *D* et *F* sont définis ci-dessus.

### 33.2 *Isolateurs avec parties isolantes en verre*

Les parties isolantes ne doivent présenter aucun défaut de surface tel que pli, soufflure, etc., préjudiciable à une bonne tenue en service et il ne doit pas y avoir dans le verre de bulles de diamètre supérieur à 5 mm.

## 34 **Essai mécanique individuel**

Les éléments de chaîne de la classe A doivent être soumis pendant au moins 1 min à un effort de traction égal à 80 % de la charge de rupture mécanique spécifiée.

Les éléments de chaîne de la classe B doivent être soumis pendant au moins 3 s à un effort de traction égal à 50 % de la charge de rupture électromécanique spécifiée.

Est jugé mauvais tout isolateur qui se rompt ou dont les ferrures se fendent ou se descendent pendant l'essai.

NOTE - Pour certains types d'isolateurs en matière céramique, un essai aux ultrasons après l'essai mécanique individuel peut être utile pour déceler des défauts cachés dans le matériau isolant.

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

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

The area of any single glaze defect shall not exceed:

$$50 + \frac{D \times F}{20\,000} \text{ mm}^2$$

where

$D$  is the greatest diameter of the insulator, in millimetres;

$F$  is the creepage distance of the insulator, in millimetres.

Glaze defects are not allowed on the core of solid-core long rod insulators.

Inclusions in the shed glaze (for instance, sagger dirt on the upper shed) shall not exceed a total area of 25 mm<sup>2</sup> nor shall any single inclusion protrude more than 2 mm from the surface. Accumulations of inclusions (e.g., grains of sand) are considered as a single glaze defect. The area of their surrounding envelope shall be included in the total area of glaze defects.

Very small pinholes, of diameter less than 1 mm, in the glaze (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 of 50 mm × 10 mm the number of pinholes shall not exceed 15. Furthermore, the total number of pinholes on the insulator unit shall not exceed:

$$50 + \frac{D \times F}{1\,500}$$

where  $D$  and  $F$  are defined above.

### 33.2 Insulators with glass insulating parts

The insulating parts shall have no surface defects, such as folds and blowholes, prejudicial to satisfactory performance in service and there shall be no bubbles in the glass greater than 5 mm in diameter.

## 34 Routine mechanical test

Class A string insulator units shall be subjected for at least 1 min to a tensile load equal to 80 % of the specified mechanical failing load.

Class B string insulator units shall be subjected for at least 3 s to a tensile load equal to 50 % of the specified electromechanical failing load.

Insulators which break or whose metal parts are fractured or become detached during the test shall be rejected.

NOTE – For certain types of insulators made from ceramic material an ultrasonic test after the mechanical routine test may be useful for detecting hidden defects in the insulating material.

### **35 Essai de la bague de zinc**

#### *35.1 Prescriptions générales concernant la bague de zinc*

La bague doit être fabriquée de zinc ayant une pureté d'au moins 99,8 %. La surface d'adhésion de la bague doit être d'au moins 80 % de la surface commune de la bague et la tige. La partie apparente de la bague doit avoir une masse d'au moins 5 g. La partie exposée de la bague doit représenter environ 50 % de sa longueur.

#### *35.2 Procédure pour l'essai de type*

Le fabricant doit fournir la certification de la pureté du zinc formant la bague.

Chaque isolateur doit être soumis, pendant 1 min, à une charge de traction égale à 65 % de la charge de rupture (électro-)mécanique spécifiée. La charge doit être relâchée et la tige retirée pour déceler la présence de fissures sur la bague.

L'ensemble tige/bague est acceptable si, suite à l'application de la charge mécanique, il n'y a pas de fissures radiales sur la bague ou de fissures circonférentielles à la surface commune de la bague et de la tige.

Les tiges sont alors soumises à une charge de traction jusqu'à la rupture. La surface d'adhésion de la bague doit être examinée et doit être d'au moins 80 % de la surface commune de la bague et de la tige (la surface d'adhésion est terne et non réfléchissante).

#### *35.3 Procédure pour l'essai sur prélèvements*

Le fabricant doit fournir la certification de la pureté du zinc formant la bague.

Une quantité de tiges égale à la moitié de taille de l'échantillon E1 doit être mise à l'essai. Ces tiges peuvent être prélevées sur des isolateurs qui ont subi l'essai sur prélèvements de rupture (électro-) mécanique.

La masse de zinc exposée doit être supérieure à 5 g.

La qualité de l'adhésion métallurgique doit être établie en retirant mécaniquement la bague de sa tige. Une méthode pratique pour retirer la bague de la tige consiste à appliquer une charge de traction sur la tige jusqu'à sa rupture.

La surface d'adhésion de la bague doit être examinée et doit être d'au moins 80 % de la surface commune de la bague et de la tige (la surface d'adhésion est terne et non réfléchissante).

### **36 Essai du collier de zinc**

#### *36.1 Prescriptions générales concernant le collier de zinc*

Le collier doit être fabriqué de zinc ayant une pureté d'au moins 99,8 %. La surface d'adhésion du collier doit être d'au moins 80 % de la surface commune du collier et du capot. Le collier doit avoir une masse d'au moins 5 g et être situé à proximité de la base du capot.

### 35 Zinc sleeve test

#### 35.1 General requirements concerning the zinc sleeve

The sleeve shall be formed from zinc having a purity of not less than 99,8 %. The bonded area of the sleeve shall be a minimum of 80 % of the sleeve/pin interfacial area. The exposed part of the sleeve shall have a mass of at least 5 g. Approximately 50 % of the total length of the sleeve shall be exposed.

#### 35.2 Type test procedure

The manufacturer shall provide certification of the purity of the zinc used to make the sleeves.

Each insulator shall be subjected to a tensile load equal to 65 % of the specified (electro-) mechanical failing load and be maintained at this load for 1 min. The load shall be removed, the pin disassembled and the sleeve examined for cracks.

The sleeved pin is deemed to be satisfactory if following the application of the load there are no radial cracks in the sleeve or circumferential cracks at the sleeve/pin interface.

The pins are then subjected to a tensile load until failure occurs. The bond surface shall be examined and shall be not less than 80 % of the sleeve/pin interface (the bonded area has a dull, non-reflective surface).

#### 35.3 Sample test procedure

The manufacturer shall provide certification of the purity of the zinc used to make the sleeves.

A quantity of pins equal to half the E1 sample size shall be tested. These pins may be taken from the insulators which have been submitted to the (electro-)mechanical failing load sample test.

The exposed mass of zinc shall be greater than 5 g.

The quality of the metallurgical bond shall be established by mechanically stripping the sleeve from the pin. The sleeves may be conveniently stripped from the pin by loading the pins to the ultimate strength.

The bond surface shall be examined and shall be not less than 80 % of the sleeve pin interface (the bonded area has a dull, non-reflective surface).

### 36 Zinc collar test

#### 36.1 General requirements for zinc collar

The collar shall be formed from zinc having a purity of not less than 99,8 %. The bonded area of the collar shall be a minimum of 80 % of the collar/cap interfacial area. The collar shall have a mass of at least 5 g and be located near the base of the cap.

### 36.2 *Procédure pour l'essai de type et sur prélèvements*

Le fabricant doit fournir la certification de la pureté du zinc formant le collier.

La liaison externe entre le collier et le capot doit être soumise à une inspection visuelle. Le collier doit présenter un joint bien mouillé (habituellement confirmé par un ménisque montant) sur tout le pourtour du capot.

NOTE - Il n'est pas possible en ce moment-ci de définir une méthode d'essai reproductible pour quantifier la surface d'adhésion du collier de zinc. Cependant, la méthode visuelle proposée s'avère un substitut fiable.

La masse du collier doit être vérifiée par calcul à partir de ses dimensions.

### 36.2 *Type and sample test procedure*

The manufacturer shall provide certification which indicates the purity of the zinc used to make the collars.

The outer joint between the collar and cap shall be submitted to a visual inspection. The collar shall present a well-wetted joint (usually confirmed by a rising meniscus) around the entire circumference of the cap.

NOTE – It is not possible to define a reproducible test method to quantify the bonded area of the zinc collar. The above visual inspection has been proven to be a reliable substitute.

The mass of the collar shall be verified by calculation from the dimensions.

## Section 6: Essais des éléments de chaînes d'isolateurs

### 37 Généralités

Les essais qui suivent sont applicables aux éléments de chaînes d'isolateurs. Certains essais sont applicables seulement à certaines classes d'isolateurs ou matériaux. Pour connaître les essais qui sont applicables à l'isolateur à essayer, se reporter au tableau 1. Les chiffres sur la première ligne de chaque case représentent la quantité d'isolateurs à soumettre à chaque essai; les codes E1, E2 et E3 correspondent aux références données aux échantillons en 10.2. La deuxième ligne de chaque case indique les articles qui sont applicables à l'isolateur et à l'essai en question.

Les essais de type mécaniques et vérification des dimensions applicables, comme indiqué dans les tableaux de sélection ci-après (tableaux 1 et 2), ne sont à effectuer qu'une seule fois pour un isolateur donné ou pour un isolateur de conception équivalente (voir 8.1 pour de plus amples détails).

Les essais sur prélèvements applicables sont à effectuer sur les échantillons E1, E2 et E3 comme indiqué dans les tableaux de sélection; les tailles de ces échantillons doivent être déterminées en accord avec 10.2. Les essais sur prélèvements doivent être effectués dans l'ordre indiqué ci-après; cependant il est possible d'effectuer les essais qui ne concernent que l'échantillon E1 (ou E2 ou E3) avant ceux qui concernent les autres échantillons, ceci après avoir effectué les essais qui concernent les deux échantillons.

Les essais individuels applicables doivent être effectués sur chaque isolateur fourni.

Le tableau des tailles d'échantillon de 10.2 est reproduit ci-après pour en faciliter la référence.

Taille du lot (N)	Taille de l'échantillon		
	E1	E2	E3
$N \leq 300$	Définie par accord		
$300 < N \leq 2\,000$	4	3	4
$2\,000 < N \leq 5\,000$	8	4	8
$5\,000 < N \leq 10\,000$	12	6	12

## Section 6: Tests on string insulator units

### 37 General

The following tests are applicable to string insulator units. Certain tests are applicable only to certain classes or materials; to determine the tests which are applicable to the insulator to be tested, refer to table 1. The numbers on the first line in each square represent the quantity of insulators to be submitted to each test; the codes E1, E2 and E3 correspond to the references given to the samples in 10.2. The second line in each square indicates the clauses which are applicable to the insulator and test.

The applicable mechanical type tests and verification of dimensions, as indicated in the cross-reference tables below (tables 1 and 2), are to be carried out once only for a given insulator or insulator of equivalent design (see 8.1 for more details).

The applicable sample tests are to be carried out on the samples E1, E2 or E3 as indicated in the cross-reference tables, the sizes of these samples shall be determined in accordance with 10.2. The sample tests shall be carried out in the order indicated below; however, it is possible to carry out the tests which apply only to sample E1 (or E2 or E3) before those which apply to the other sample after having carried out those tests which apply to both samples.

The applicable routine tests shall be carried out on every insulator supplied.

The table of sample sizes of 10.2 is repeated below for ease of reference.

Lot size ( <i>N</i> )	Sample size		
	E1	E2	E3
$N \leq 300$	Subject to agreement		
$300 < N \leq 2\,000$	4	3	4
$2\,000 < N \leq 5\,000$	8	4	8
$5\,000 < N \leq 10\,000$	12	6	12

**Tableau 1 – Tableau de sélection pour les isolateurs capot et tige**  
**Table 1 – Cross-reference table for cap and pin insulators**

Matériau/Material		Matière céramique Ceramic material	Verre trempé Toughened glass
		B	B
Essais de type	Vérification des dimensions Verification of the dimensions	10 ←-----22----->	10
	Essai de tenue aux chocs de foudre à sec Dry lightning impulse withstand test	1SS 1) ←-----14, 13----->	1SS 1)
	Essai de tenue en courant continu à sec Dry d.c. withstand voltage test	3 ←-----15, 13----->	3
	Essai de rupture électromécanique Electromechanical failing load test	10 ←-----23, 23,2----->	
	Essai de rupture mécanique Mechanical failing load test		10 ←-----24, 23,2----->
	Essai de migration ionique Ion migration test	50 ←-----18----->	50
	Essai de surtension de choc Impulse overvoltage test	10 ←-----17----->	10
	Essai d'emballement thermique Thermal runaway test	10 ←-----20----->	10
	Essai de perforation dans SF6 SF6 puncture test	10 ←-----16----->	10
	Essai sur bague de zinc Zinc sleeve test	3 ←-----35----->	3
	Essai sur collier de zinc 2) Zinc collar test 2)	3 ←-----36----->	3
	Essai de résistance mécanique résiduelle Residual mechanical performance test	25 ←-----26----->	25
	Essai d'endurance thermomécanique Thermal-mechanical performance test	10 ←-----25,23,2----->	10
	Essais sur prélèvement	Vérification des dimensions 3) Verification of the dimensions 3)	E1 & E2 ←-----22----->
Essai de résistance du corps Body resistance test		E2 ←-----19----->	E2
Vérification des déplacements Verification of the displacements		E1 & E2 ←-----27----->	E1 & E2
Vérification des dispositifs de verrouillage 2) Verification of the locking system 2)		E2 ←-----28----->	E2
Essai de résistance aux variations de température Temperature cycle test		E1, E2 & E3 ←-----29----->	E3 ←-----29----->
Essai de rupture électromécanique Electromechanical failing load test		E1 ←-----23, 23,2----->	
Essai de rupture mécanique Mechanical failing load test			E1 ←-----24, 23,2----->
Essai de surtension de choc Impulse overvoltage test		E2 ←-----17----->	E2
Essai de résistance mécanique résiduelle Residual mechanical strength test		E3 ←-----26----->	E3
Essai de choc thermique Thermal shock test			E2 ←-----30----->
Absence de porosité Porosity test		E1 ←-----31----->	
Essai sur bague de zinc Zinc sleeve test		E1/2 4) ←-----35,3----->	E1/2 4)
Essai sur collier de zinc 2) Zinc collar test 2)		E1/2 4) ←-----36----->	E1/2 4)
Vérification de la galvanisation Galvanizing test		E2 ←-----32----->	E2
Essais individuels Routine tests	Examen visuel individuel Routine visual inspection	Tous / All ←-----33----->	Tous / All
	Essai mécanique individuel Routine mechanical test	Tous / All ←-----34----->	Tous / All
	Essai électrique individuel Routine electrical test	Tous / All ←-----21----->	

## Tableau 1 - Notes

- 1) 1SS = Essai à effectuer sur une chaîne courte.
- 2) Quand l'essai est applicable.
- 3) E1 et E2 pour le calibrage des accrochages, E2 seulement pour les autres dimensions. Voir l'article 22.
- 4) Essai à effectuer sur la moitié de l'échantillon E1 après l'essai de rupture (électro-)mécanique.

## Table 1 - Notes

- 1) 1SS = Test to be carried out on one short string.
- 2) When applicable.
- 3) E1 and E2 for coupling gauging, other dimensions E2 only. See clause 22.
- 4) Test carried out on half the E1 sample after the (electro-)mechanical failing load test.

**Tableau 2 – Tableau de sélection pour les isolateurs à fût long**  
**Table 2 – Cross-reference table for long rod insulators**

		Matériau / Material	Céramique / Ceramic	
			A	B
		Classe /Class		
Essais de type	Vérification des dimensions Verification of the dimensions	10	10	<-----22----->
	Essai de tenue aux chocs de foudre à sec Dry lightning impulse withstand test	1 ou/or 1SS 1)	1 ou/or 1SS 1)	<-----14, 13----->
	Essai de tenue en courant continu à sec Dry d.c. withstand voltage test	1	1	<-----15, 13----->
	Essai de rupture électromécanique Electromechanical failing load test		5	<---23, 23,2--->
	Essai de rupture mécanique Mechanical failing load test	5		<---24, 23,2--->
	Essai de migration ionique Ion migration test		5)	
	Essai de surtension de choc Impulse overvoltage test	5)	10	<-----17----->
	Essai d'emballement thermique Thermal runaway test		5)	
	Essai de perforation dans SF6 SF6 puncture test	5)	10	<-----16----->
	Essai sur bague de zinc Zinc sleeve test			
	Essai sur collier de zinc 2) Zinc collar test 2)	3	3	<-----36----->
	Essai de résistance mécanique résiduelle Residual mechanical strength test		6)	
	Essai d'endurance thermomécanique Thermal-mechanical performance test	5	5	<-----25, 23,2----->
	Essais sur prélèvement	Vérification des dimensions 3) Verification of the dimensions 3)	E1 & E2	E1 & E2
Essai de résistance du corps Body resistance test			5)	
Vérification des déplacements Verification of the displacements		E1 & E2	E1 & E2	<-----27----->
Vérification des dispositifs de verrouillage 2) Verification of the locking system 2)		E2	E2	<-----28----->
Essai de résistance aux variations de température Temperature cycle test		E1 & E2	E1 & E2	<-----29----->
Essai de rupture électromécanique Electromechanical failing load test			E1	<---23, 23,2--->
Essai de rupture mécanique Mechanical failing load test		E1		<---24, 23,2--->
Essai de surtension de choc Impulse overvoltage test		5)	E2	<-----17----->
Essai de résistance mécanique résiduelle Residual mechanical strength test			6)	
Essai de choc thermique Thermal shock test				
Absence de porosité Porosity test		E1	E1	<-----31----->
Essai sur bague de zinc Zinc sleeve test				
Essai sur collier de zinc 2) Zinc collar test 2)		E1/2 4)	E1/2 4)	<-----36----->
Vérification de la galvanisation Galvanizing test		E2	E2	<-----32----->
Essais individuels	Examen visuel individuel Routine visual inspection	Tous / All	Tous / All	<-----33----->
	Essai mécanique individuel Routine mechanical test	Tous / All	Tous / All	<-----34----->
	Essai électrique individuel Routine electrical test		Tous / All	<-----21----->

## Tableau 2 - Notes

- <sup>1)</sup> 1 ou SS = Essai à effectuer soit sur un isolateur, soit sur une chaîne courte.
- <sup>2)</sup> Quand l'essai est applicable.
- <sup>3)</sup> E1 et E2 pour le calibrage des accrochages, E2 seulement pour les autres dimensions. Voir l'article 22.
- <sup>4)</sup> Essai à effectuer sur la moitié de l'échantillon E1 après l'essai de rupture (électro-)mécanique.
- <sup>5)</sup> Cet essai a été élaboré pour vérifier les caractéristiques des isolateurs capot et tige qui sont importantes pour leur bon comportement sur des lignes à courant continu. Cet essai est basé sur plus de 25 ans d'expérience en service, assortie des mesures correctives subséquentes. Vu le manque de données significatives concernant le comportement des isolateurs à fût long sur des lignes à courant continu, il n'est pas possible, en ce moment, de définir ou de valider cet essai pour ce type d'isolateur. Cela n'implique pas que les caractéristiques du comportement vérifiées par cet essai soient sans importance pour l'isolateur à fût long.
- <sup>6)</sup> Une méthode d'essai reproductible n'est pas normalisée. Voir la CEI 797.

## Table 2 - Notes

- <sup>1)</sup> 1 or SS = Test to be carried out either on one insulator or on one short string.
- <sup>2)</sup> When applicable
- <sup>3)</sup> E1 and E2 for coupling gauging, other dimensions E2 only. See clause 22.
- <sup>4)</sup> Test carried out on half the E1 sample after the (electro-)mechanical failing load test.
- <sup>5)</sup> This test was devised on the basis of more than 25 years' service experience, with subsequent corrective measures, to check the characteristics of cap and pin insulators which are important for correct performance on high-voltage d.c. lines. In view of the lack of significant performance data regarding long rod insulators on d.c. lines, it is not possible at present to define or validate this test for such insulators. This does not mean that the performance characteristics verified by this test are without importance for long rod insulators.
- <sup>6)</sup> A reproducible test method has not been standardized. See IEC 797.

- Page blanche -

- Blank page -

## FIGURES

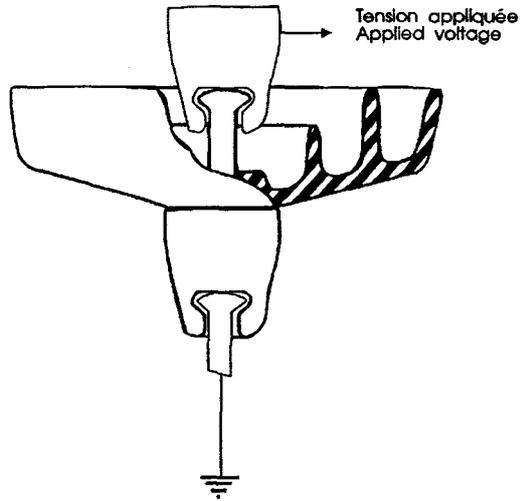


Figure 1 – Dispositif de montage suggéré pour l'essai de tenue à la perforation en SF<sub>6</sub>  
Suggested mounting arrangement for the SF<sub>6</sub> puncture withstand test

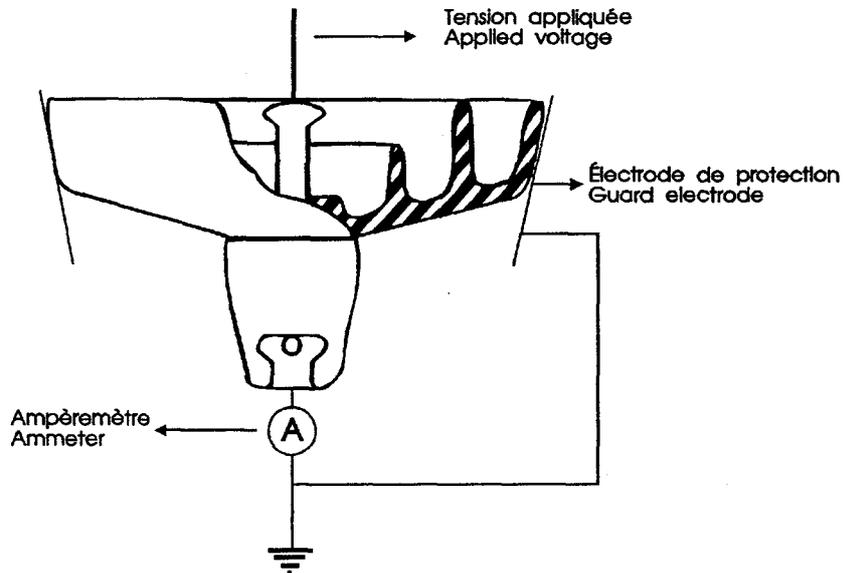


Figure 2 – Dispositif de montage suggéré pour le mesurage de la résistance électrique du corps  
Suggested arrangement for body resistance measurements

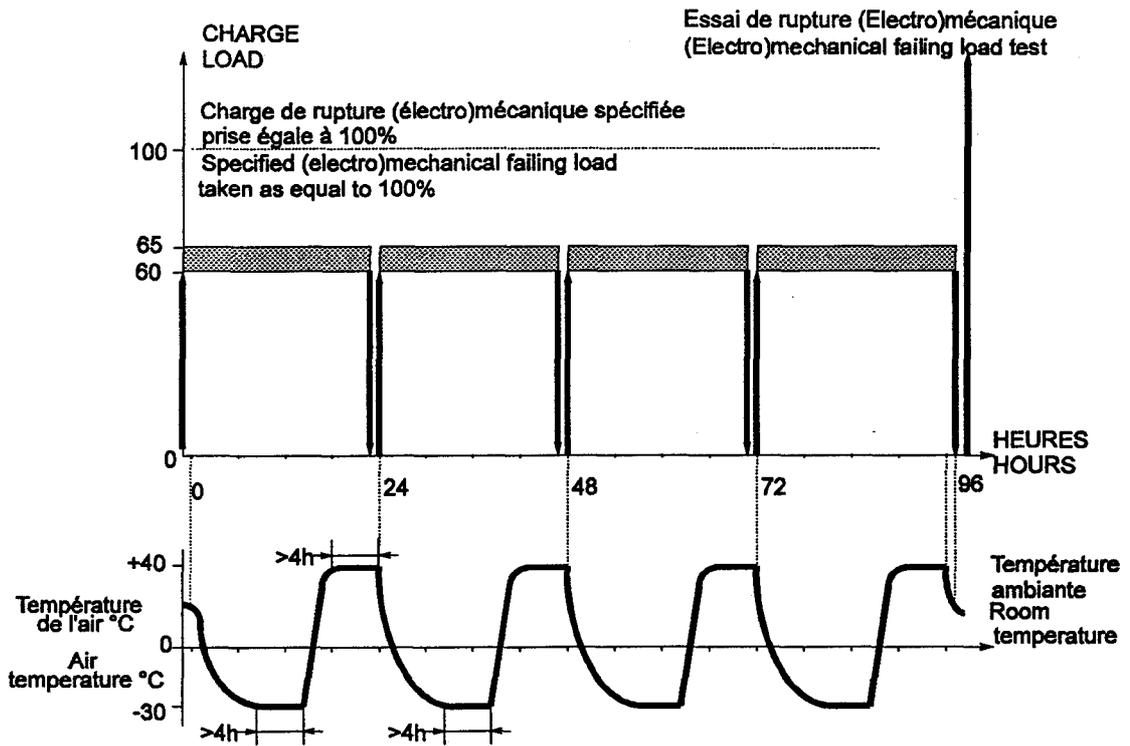


Figure 3 – Représentation schématique de l'essai d'endurance thermomécanique  
Schematic representation of the thermal-mechanical performance test

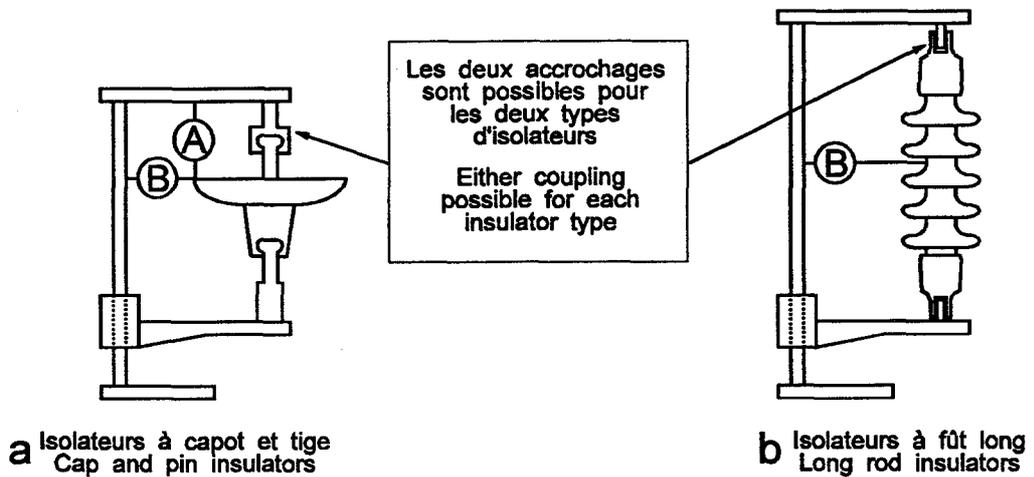
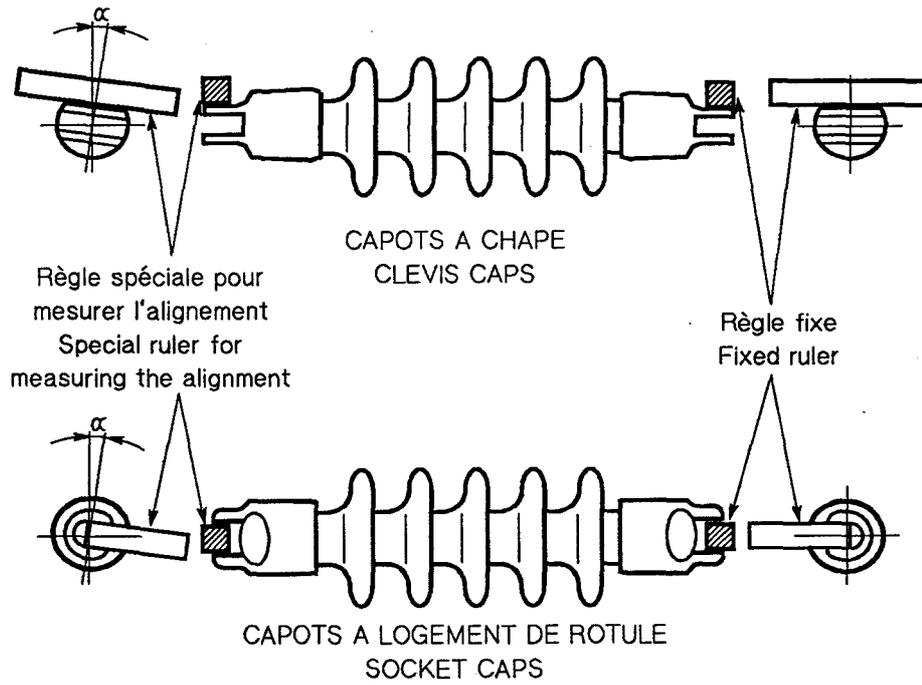
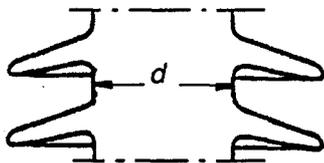


Figure 4 – Mesurage des déplacements axial et radial  
Measurement of axial and radial displacements

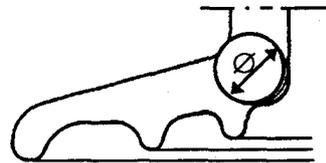


**Figure 5 – Mesurage du déplacement angulaire  
Measurement of the angular displacements**



$d$  = diamètre du fût  
core diameter

**Figure 6a – Isolateurs à fût long  
Long rod insulators**



$\varnothing$  = épaisseur maximale de l'isolateur  
the greatest thickness of the insulator

**Figure 6b – Isolateurs à capot et tige  
Cap and pin insulators**

**Figure 6 – Epaisseur maximale de l'isolateur  
Greatest thickness of the insulator**

**Annexe A**  
(informative)

**Méthode de comparaison des résultats  
des essais électromécaniques ou mécaniques  
de type et sur prélèvements**

Afin de vérifier si les isolateurs essayés dans un essai de type sont représentatifs de ceux essayés dans un essai sur prélèvements, les valeurs moyennes (test de Student) et les écarts types (test du  $\chi^2$ ) sont comparés.

- $\bar{X}_1$  valeur de rupture moyenne de l'essai sur prélèvements
- $\bar{X}_2$  valeur de rupture moyenne de la contre-épreuve
- $\sigma_1$  écart type de l'essai sur prélèvements
- $\sigma_2$  écart type de la contre-épreuve
- $\bar{X}_T$  valeur de rupture moyenne de l'essai de type
- $\sigma_T$  écart type de l'essai de type

NOTE - Lors du calcul de l'écart type  $\sigma$ , l'attention est attirée sur le fait que ceci est l'écart type d'échantillon où le dénominateur est égal à  $n-1$ .

Si les limites indiquées ci-dessous sont respectées, les isolateurs ont une forte probabilité (95 %) d'appartenir au même type. Les limites sont basées sur des tailles d'échantillon de 5 et 10 pour l'essai de type. La non-conformité avec ces limites ne conduit pas au rejet du lot.

Pour les cas sans contre-épreuve  $|\bar{X}_T - \bar{X}_1| \leq a \cdot \sqrt{(\sigma_T^2 + b \cdot \sigma_1^2)}$  et  $\frac{\sigma_1}{\sigma_T} < c$

Constantes	Essai de type sur 5 éléments Taille de l'échantillon E1			Essai de type sur 10 éléments Taille de l'échantillon E1		
	4	8	12	4	8	12
a	1,20	0,76	0,59	1,12	0,75	0,60
b	0,75	1,75	2,75	0,33	0,78	1,22
c	2,57	2,47	2,44	1,97	1,81	1,76

Pour le cas avec contre-épreuve  $|\bar{X}_T - \bar{X}_2| \leq a \cdot \sqrt{(\sigma_T^2 + b \cdot \sigma_2^2)}$  et  $\frac{\sigma_2}{\sigma_T} < c$

Constantes	Essai de type sur 5 éléments Taille de l'échantillon 2 x E1			Essai de type sur 10 éléments Taille de l'échantillon 2 x E1		
	8	16	24	8	16	24
a	0,76	0,49	0,39	0,75	0,51	0,41
b	1,75	3,75	5,75	0,78	1,67	2,56
c	2,47	2,42	2,40	1,81	1,74	1,72

## Annex A (informative)

### Method of comparison of the results of the electromechanical or mechanical failing load type and sample tests

In order to verify that the insulators tested in a type test are representative of those tested in a sample test, the mean values (Student test) and the standard deviations ( $\chi^2$  test) obtained from the two tests shall be compared.

$\bar{X}_1$	mean failing load from sample test
$\bar{X}_2$	mean failing load from the re-test
$\sigma_1$	standard deviation from sample test
$\sigma_2$	standard deviation from the re-test
$\bar{X}_T$	mean failing load from type test
$\sigma_T$	standard deviation from type test

NOTE – When calculating the standard deviation  $\sigma$ , attention is drawn to the fact that it is the sample standard deviation where the denominator is  $n-1$ .

If the limits given below are met, the insulators have a high probability (95 %) of belonging to the same type. The limits are based on the sample size of 5 or 10 for the type test. Failure to comply with these limits shall not lead to rejection of the lot.

*For the case without re-test*  $|\bar{X}_T - \bar{X}_1| \leq a \cdot \sqrt{(\sigma_T^2 + b \cdot \sigma_1^2)}$  and  $\frac{\sigma_1}{\sigma_T} < c$

Constants	Type test on 5 units E1 sample size			Type test on 10 units E1 sample size		
	4	8	12	4	8	12
<i>a</i>	1,20	0,76	0,59	1,12	0,75	0,60
<i>b</i>	0,75	1,75	2,75	0,33	0,78	1,22
<i>c</i>	2,57	2,47	2,44	1,97	1,81	1,76

*For the case with re-test*  $|\bar{X}_T - \bar{X}_2| \leq a \cdot \sqrt{(\sigma_T^2 + b \cdot \sigma_2^2)}$  and  $\frac{\sigma_2}{\sigma_T} < c$

Constants	Type test on 5 units 2 × E1 sample size			Type test on 10 units 2 × E1 sample size		
	8	16	24	8	16	24
<i>a</i>	0,76	0,49	0,39	0,75	0,51	0,41
<i>b</i>	1,75	3,75	5,75	0,78	1,67	2,56
<i>c</i>	2,47	2,42	2,40	1,81	1,74	1,72

## **Annexe B (informative)**

### **Bibliographie**

CEI 383-2: 1993, *Isolateurs pour lignes aériennes de tension nominale supérieure à 1 000 V – Partie 2: Chaînes d'isolateurs et chaînes d'isolateurs équipées pour systèmes à courant alternatif – Définitions, méthodes d'essai et critères d'acceptation*

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

CEI 591: 1978, *Règles de prélèvements d'échantillons et d'acceptation d'une fourniture quand on applique le calcul statistique aux essais mécaniques et électromécaniques des isolateurs en matière céramique ou en verre destinés aux lignes aériennes de tension nominale supérieure à 1 000 V*

CEI 672-1: 1980, *Spécification pour matériaux isolants à base de céramique ou de verre – Première partie: Définitions et classification*

CEI 672-3: 1984, *Spécification pour matériaux isolants à base de céramique ou de verre – Troisième partie: Matériaux particuliers*

ISO 2859-1: 1989, *Règles d'échantillonnage pour les contrôles par attributs – Partie 1: Plans d'échantillonnage pour les contrôles lot par lot, indexés d'après le niveau de qualité acceptable (NQA)*

ISO 2859-2: 1985, *Règles d'échantillonnage pour les contrôles par attributs – Partie 2: Plans d'échantillonnage pour les contrôles de lots isolés, indexés d'après la qualité limite (QL)*

ISO 3951: 1989, *Règles et tables d'échantillonnage pour les contrôles par mesures des pourcentages de non-conformes*

ISO 9000-1: 1994, *Normes pour la gestion de la qualité et l'assurance de la qualité – Partie 1: Lignes directrices pour la sélection et l'utilisation*

ISO 9000-2: 1993, *Normes pour la gestion de la qualité et l'assurance de la qualité – Partie 2: Lignes directrices pour l'application de l'ISO 9001, l'ISO 9002 et l'ISO 9003*

ISO 9001: 1994, *Systèmes qualité – Modèle pour l'assurance de la qualité en conception/développement, production, installation et soutien après la vente*

ISO 9002: 1994, *Systèmes qualité – Modèle pour l'assurance de la qualité en production et installation*

ISO 9003: 1994, *Systèmes qualité – Modèle pour l'assurance de la qualité en contrôle et essais finals*

ISO 9004-1: 1994, *Gestion de la qualité et éléments de système qualité – Partie 1: Lignes directrices*

ISO 9004-2: 1991, *Gestion de la qualité et éléments de système qualité – Partie 2: Lignes directrices pour les services (et corr. 1994)*

ISO 9004-3: 1993, *Management de la qualité et éléments de système qualité – Partie 3: Lignes directrices pour les produits issus de processus à caractère continu*

ISO 9004-4: 1993, *Gestion de la qualité et éléments de système qualité – Partie 4: Lignes directrices pour l'amélioration de la qualité (et corr. 1994)*

## **Annex B** **(informative)**

### **Bibliography**

IEC 383-2: 1993, *Insulators for overhead lines with a nominal voltage above 1 000 V – Part 2: Insulator strings and insulator sets for a.c. systems – Definitions, test methods and acceptance criteria*

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

IEC 591: 1978, *Sampling rules and acceptance criteria when applying statistical control methods for mechanical and electromechanical tests on insulators of ceramic material or glass for overhead lines with a nominal voltage greater than 1 000 V*

IEC 672-1: 1980, *Specification for ceramic and glass insulating materials – Part 1: Definitions and classification*

IEC 672-3: 1984, *Specification for ceramic and glass insulating materials – Part 3: Individual materials*

ISO 2859-1: 1989, *Sampling procedures for inspection by attributes – Part 1: Sampling plans indexed by acceptable quality level (AQL) for lot-by-lot inspection*

ISO 2859-2: 1985, *Sampling procedures for inspection by attributes – Part 2: Sampling plans indexed by limiting quality (LQ) for isolated lot inspection*

ISO 3951: 1989, *Sampling procedures and charts for inspection by variables for percent nonconforming*

ISO 9000-1: 1994, *Quality management and quality assurance standards – Part 1: Guidelines for selection and use*

ISO 9000-2: 1993, *Quality management and quality assurance standards – Part 2: Guidelines for the application of ISO 9001, ISO 9002 and ISO 9003*

ISO 9001: 1994, *Quality systems – Model for quality assurance in design/development, production, installation and servicing*

ISO 9002: 1994, *Quality systems – Model for quality assurance in production and installation*

ISO 9003: 1994, *Quality systems – Model for quality assurance in final inspection and test*

ISO 9004-1: 1994, *Quality management and quality system elements – Part 1: Guidelines*

ISO 9004-2: 1991, *Quality management and quality system elements – Part 2: Guidelines for services (and corr. 1994)*

ISO 9004-3: 1993, *Quality management and quality system elements – Part 3: Guidelines for processed materials*

ISO 9004-4: 1993, *Quality management and quality system elements – Part 4: Guidelines for quality improvement (and corr. 1994)*

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE  
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE  
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

---

**ICS 29.080.10**

---