

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC STANDARD

Publication 383

Deuxième édition — Second edition

1976

**Essais des isolateurs en matière céramique ou en verre destinés
aux lignes aériennes de tension nominale supérieure à 1000 V**

**Tests on insulators of ceramic material or glass for overhead lines
with a nominal voltage greater than 1000 V**



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembé
Genève, Suisse

Révision de la présente publication

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

Les renseignements relatifs à ce travail de révision, à l'établissement des éditions révisées et aux mises à jour peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et en consultant les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Rapport d'activité de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement

Terminologie utilisée dans la présente publication

Seuls sont définis ici les termes spéciaux se rapportant à la présente publication.

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la Publication 50 de la CEI: Vocabulaire Electrotechnique International (V.E.I.), qui est établie sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini, l'Index général étant publié séparément. Des détails complets sur le V.E.I. peuvent être obtenus sur demande.

Symboles graphiques et littéraux

Seuls les symboles graphiques et littéraux spéciaux sont inclus dans la présente publication.

Le recueil complet des symboles graphiques approuvés par la CEI fait l'objet de la Publication 117 de la CEI.

Les symboles littéraux et autres signes approuvés par la CEI font l'objet de la Publication 27 de la CEI.

Autres publications de la CEI établies par le même Comité d'Etudes

L'attention du lecteur est attirée sur la page 3 de la couverture, qui énumère les autres publications de la CEI préparées par le Comité d'Etudes qui a établi la présente publication.

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

- **IEC Bulletin**
- **Report on IEC Activities**
Published yearly
- **Catalogue of IEC Publications**
Published yearly

Terminology used in this publication

Only special terms required for the purpose of this publication are defined herein.

For general terminology, readers are referred to IEC Publication 50: International Electrotechnical Vocabulary (I.E.V.), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field, the General Index being published as a separate booklet. Full details of the I.E.V. will be supplied on request.

Graphical and letter symbols

Only special graphical and letter symbols are included in this publication.

The complete series of graphical symbols approved by the IEC is given in IEC Publication 117.

Letter symbols and other signs approved by the IEC are contained in IEC Publication 27.

Other IEC publications prepared by the same Technical Committee

The attention of readers is drawn to the inside of the back cover, which lists other IEC publications issued by the Technical Committee which has prepared the present publication.

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC STANDARD

Publication 383

Deuxième édition — Second edition

1976

**Essais des isolateurs en matière céramique ou en verre destinés
aux lignes aériennes de tension nominale supérieure à 1000 V**

**Tests on insulators of ceramic material or glass for overhead lines
with a nominal voltage greater than 1000 V**



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	6
PRÉFACE	6

SECTION UN — GÉNÉRALITÉS

Articles

1. Domaine d'application	10
2. Objet	10
3. Définitions	12
4. Classification	18
5. Valeurs des tensions	18
6. Valeurs caractérisant un élément de chaîne ou un isolateur du type rigide	18
7. Valeurs caractérisant une chaîne d'isolateurs ou une chaîne équipée	18
8. Identification des isolateurs	20

SECTION DEUX — PRESCRIPTIONS GÉNÉRALES RELATIVES AUX ESSAIS

9. Prescriptions générales pour les essais à haute tension	20
10. Essais aux chocs de foudre	22
11. Essais aux chocs de manœuvres	22
12. Essais à fréquence industrielle sous pluie	22
13. Essais sous pluie	22
14. Conditions atmosphériques normales pour les essais	24
15. Facteurs de correction pour les conditions atmosphériques	24
16. Classification des essais	26

SECTION TROIS — ESSAIS DU PREMIER GROUPE (ESSAIS DE TYPE)

17. Généralités	28
18. Modalités de montage	28
19. Intervalles de temps entre les applications successives de la tension	32
20. Essai de tenue aux chocs de foudre à sec	32
21. Essai de tenue aux chocs de manœuvres sous pluie	36
22. Essai à fréquence industrielle sous pluie	36

SECTION QUATRE — ESSAIS DU DEUXIÈME GROUPE (ESSAIS SUR PRÉLÈVEMENTS)

23. Règles générales pour les essais du deuxième groupe	38
24. Vérification des dimensions	40
25. Essai de résistance aux variations brusques de température	40
26. Essai de rupture électromécanique	42
27. Essai de rupture mécanique	44
28. Essai de choc thermique	46
29. Essai de tenue à la perforation	46
30. Vérification de l'absence de porosité	48
31. Vérification de la qualité de la galvanisation	48
32. Contre-épreuve	52

CONTENTS

	Page
FOREWORD	7
PREFACE	7

SECTION ONE — GENERAL

Clause

1. Scope	11
2. Object	11
3. Definitions	13
4. Classification	19
5. Values of voltage	19
6. Values which characterize a string insulator unit or a rigid insulator	19
7. Values which characterize an insulator string or an insulator set	19
8. Identification of the insulators	21

SECTION TWO — GENERAL REQUIREMENTS FOR TESTS

9. General requirements for high-voltage tests	21
10. Lightning impulse tests	23
11. Switching impulse tests	23
12. Wet power-frequency tests	23
13. Wet tests	23
14. Standard atmospheric conditions for tests	25
15. Correction factors for atmospheric conditions	25
16. Classification of tests	27

SECTION THREE — TESTS IN GROUP I (TYPE TESTS)

17. General	29
18. Methods of mounting	29
19. Time intervals between consecutive applications of the voltage	33
20. Dry lightning impulse withstand voltage test	33
21. Wet switching impulse withstand voltage test	37
22. Wet power-frequency test	37

SECTION FOUR — TESTS IN GROUP II (SAMPLE TESTS)

23. General rules for tests in Group II	39
24. Verification of dimensions	41
25. Temperature cycle test	41
26. Electro-mechanical failing load test	43
27. Mechanical failing load test	45
28. Thermal shock test	47
29. Puncture test	47
30. Porosity test	49
31. Galvanizing test	49
32. Re-test procedure	53

SECTION CINQ — ESSAIS DU TROISIÈME GROUPE (ESSAIS INDIVIDUELS)

	Pages
33. Généralités	52
34. Examen visuel	54
35. Essai mécanique individuel	54
36. Essai électrique individuel	56
37. Essai individuel de choc thermique	56
FIGURES	58

Withd22M
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60383:1976

SECTION FIVE — TESTS IN GROUP III (ROUTINE TESTS)

	Page
33. General	53
34. Visual examination	55
35. Mechanical routine test	55
36. Electrical routine test	57
37. Thermal shock routine test	57
FIGURES	58

Withdrawing
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60383:1976

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**ESSAIS DES ISOLATEURS EN MATIÈRE CÉRAMIQUE OU EN VERRE
DESTINÉS AUX LIGNES AÉRIENNES DE TENSION NOMINALE
SUPÉRIEURE À 1 000 V**

PRÉAMBULE

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

PRÉFACE

La présente publication a été établie par le Sous-Comité 36B: Isolateurs pour lignes aériennes, du Comité d'Etudes N° 36 de la CEI: Isolateurs.

La présente norme remplace la première édition de la Publication 383 de la CEI (1972).

C'est au cours de la réunion tenue à Ankara en septembre 1973 que le Sous-Comité 36B a décidé que la révision de la Publication 383 devait être entreprise pour introduire les prescriptions des nouvelles éditions des Publications 60 et 71 de la CEI, en particulier les essais aux chocs de manœuvres.

Un travail préparatoire a été effectué par le Groupe de travail 5 du Comité d'Etudes N° 36.

Un premier projet fut discuté lors de la réunion tenue à Bucarest en septembre 1974. Un projet, document 36B(Bureau Central)40, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en avril 1975.

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication:

Afrique du Sud (République d')	France
Allemagne	Israël
Argentine	Japon
Belgique	Norvège
Danemark	Pays-Bas
Egypte	Pologne
Espagne	Royaume-Uni
Etats-Unis d'Amérique	Turquie

La présente publication pourrait être révisée lorsque le Groupe de travail 6 du Sous-Comité 36B aura terminé ses travaux concernant:

- l'introduction d'un nouvel essai sur la résistance mécanique résiduelle des éléments de chaînes des types capot et tige et fût long après rupture des ailettes;
- la modification éventuelle de l'essai de galvanisation, du taux d'accroissement de la charge dans les essais mécaniques et électromécaniques, et de l'essai de perforation.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**TESTS ON INSULATORS OF CERAMIC MATERIAL OR GLASS
FOR OVERHEAD LINES WITH A NOMINAL VOLTAGE
GREATER THAN 1 000 V**

FOREWORD

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

PREFACE

This publication has been prepared by Sub-Committee 36B, Insulators for Overhead Lines, of IEC Technical Committee No. 36, Insulators.

This standard replaces the first edition of IEC Publication 383 (1972).

During the meeting held in Ankara in September 1973, it was decided by Sub-Committee 36B that Publication 383 should be revised to introduce the requirements of the new editions of IEC Publications 60 and 71 together with the switching impulse tests.

This task was carried out by Working Group 5 of Technical Committee No. 36.

A first draft was discussed at the meeting held in Bucharest in September 1974. A draft, Document 36B(Central Office)40, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in April 1975.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Argentina	Netherlands
Belgium	Norway
Denmark	Poland
Egypt	South Africa (Republic of)
France	Spain
Germany	Turkey
Israel	United Kingdom
Japan	United States of America

This publication could be revised when Working Group 6 of Sub-Committee 36B have finished their tasks in regard to:

- introduction of new test on residual strength of string insulator units of cap and pin and long rod types after breakage of the sheds;
- a possible change of galvanizing test, rate of increase of load in the mechanical and electro-mechanical tests, and puncture test.

Autres publications de la CEI citées dans la présente publication:

- Publications n^{os} 60-1: Techniques des essais à haute tension, Première partie: Définitions et prescriptions générales relatives aux essais.
- 60-2: Deuxième partie: Modalités d'essais.
- 120: Recommandations pour les assemblages à rotule et logements de rotule des éléments de chaînes d'isolateurs.
- 168: Essais des supports isolants et éléments de colonnes d'intérieur et d'extérieur, destinés à des installations de tension nominale supérieure à 1 000 V.
- 305: Caractéristiques des éléments de chaînes d'isolateurs du type capot et tige.
- 433: Caractéristiques des éléments de chaînes d'isolateurs du type fût long.
- 437: Essai de perturbations radioélectriques des isolateurs pour haute tension.
- 438: Essais et dimensions des isolateurs pour hautes tensions continues.
- 471: Dimensions des assemblages à chape et tenon des éléments de chaînes d'isolateurs.
- 507: Essais sous pollution artificielle des isolateurs pour haute tension destinés aux réseaux à courant alternatif.
- 575: Essai d'endurance thermomécanique et essai d'endurance mécanique des éléments de chaînes d'isolateurs (en cours d'impression).

Other IEC publications quoted in this publication:

- Publications Nos 60-1: High-voltage Test Techniques, Part 1: General Definitions and Test Requirements.
- 60-2: Part 2: Test Procedures.
- 120: Recommendations for Ball and Socket Couplings of String Insulator Units.
- 168: Tests on Indoor and Outdoor Post Insulators for Systems with Nominal Voltages Greater than 1 000 V.
- 305: Characteristics of String Insulator Units of the Cap and Pin Type.
- 433: Characteristics of String Insulator Units of the Long Rod Type.
- 437: Radio Interference Test on High-voltage Insulators.
- 438: Tests and Dimensions for High-voltage D.C. Insulators.
- 471: Dimensions of Clevis and Tongue Coupling of String Insulator Units.
- 507: Artificial Pollution Tests on High-voltage Insulators to be Used on A.C. Systems.
- 575: Thermal-mechanical Performance Test and Mechanical Performance Test on String Insulator Units (being printed).

ESSAIS DES ISOLATEURS EN MATIÈRE CÉRAMIQUE OU EN VERRE DESTINÉS AUX LIGNES AÉRIENNES DE TENSION NOMINALE SUPÉRIEURE À 1000 V

SECTION UN — GÉNÉRALITÉS

1. Domaine d'application

La présente norme est applicable aux isolateurs en matière céramique ou en verre destinés aux lignes aériennes de transport d'énergie et de traction électrique fonctionnant en courant alternatif à une tension nominale supérieure à 1 000 V et à une fréquence au plus égale à 100 Hz.

Elle s'applique également aux isolateurs utilisés sur les lignes de traction électrique fonctionnant en courant continu.

Elle est applicable aux éléments de chaînes, aux chaînes d'isolateurs, aux chaînes équipées et aux isolateurs du type rigide pour lignes aériennes et aux isolateurs du même type utilisés dans les sous-stations.

Elle n'est pas applicable aux isolateurs utilisés dans l'appareillage électrique ou aux éléments devant servir à les constituer ou aux supports isolants qui font l'objet de la Publication 168 de la CEI: Essais des supports isolants et éléments de colonnes d'intérieur et d'extérieur, destinés à des installations de tension nominale supérieure à 1 000 V.

Elle peut être considérée comme norme provisoire pour les isolateurs destinés aux lignes aériennes de transport d'énergie fonctionnant en courant continu. Des directives générales concernant ces isolateurs sont données dans la Publication 438 de la CEI: Essais et dimensions des isolateurs pour hautes tensions continues (rapport).

Note. — Cette norme ne comprend pas les essais de pollution artificielle, de perturbations radioélectriques et d'endurance thermomécanique. Ces questions et les méthodes d'essais s'y rapportant sont à l'étude et sont traitées dans les publications de la CEI suivantes, qui sont publiées pour information seulement et pour permettre d'acquiescer plus d'expérience dans ces domaines.

Publication 437: Essai de perturbations radioélectriques des isolateurs pour haute tension.

Publication 507: Essais sous pollution artificielle des isolateurs pour haute tension destinés aux réseaux à courant alternatif.

Publication 575: Essai d'endurance thermomécanique et essai d'endurance mécanique des éléments de chaîne d'isolateurs (en cours d'impression).

2. Objet

La présente norme a pour objet:

- de définir les termes employés;
- de définir les caractéristiques des isolateurs et de fixer les conditions dans lesquelles les valeurs spécifiées de ces caractéristiques doivent être vérifiées;
- de fixer les méthodes d'essais;
- de fixer les conditions d'acceptation d'une fourniture.

TESTS ON INSULATORS OF CERAMIC MATERIAL OR GLASS FOR OVERHEAD LINES WITH A NOMINAL VOLTAGE GREATER THAN 1 000 V

SECTION ONE — GENERAL

1. Scope

This standard applies to insulators of ceramic material or glass for use on a.c. overhead power and traction lines with a nominal voltage greater than 1 000 V and a frequency not greater than 100 Hz.

It also applies to insulators for use on d.c. overhead electric traction lines.

This standard applies to string insulator units, insulator strings, insulator sets and rigid overhead line insulators and to insulators of similar design when used in sub-stations.

It does not apply to insulators forming parts of electrical apparatus or to parts used in their construction or to post insulators which are covered by IEC Publication 168, Tests on Indoor and Outdoor Post Insulators for Systems with Nominal Voltages Greater than 1 000 V.

It may be regarded as a provisional standard for insulators for use on d.c. overhead power lines. IEC Publication 438, Tests and Dimensions for High-voltage D.C. Insulators (report), gives general guidance for those insulators.

Note. — This standard does not include artificial pollution, radio-interference and thermal-mechanical tests. These subjects and relevant test methods are under consideration and are dealt with in the following IEC publications. These publications are issued for information only and as a means of gaining experience in these subjects.

Publication 437: Radio Interference Test on High-voltage Insulators.

Publication 507: Artificial Pollution Tests on High-voltage Insulators to be Used on A.C. Systems.

Publication 575: Thermal-mechanical Performance Test and Mechanical Performance Test on String Insulator Units (being printed).

2. Object

The object of this standard is:

- to define the terms used;
- to define insulator characteristics and to prescribe the conditions under which the specified values of these characteristics shall be verified;
- to prescribe test methods;
- to prescribe acceptance criteria.

La présente norme ne contient pas de prescriptions relatives au choix des isolateurs en fonction des conditions spécifiques de service.

Les valeurs numériques spécifiées pour les caractéristiques des isolateurs sont données dans les publications suivantes de la CEI:

Publication 305: Caractéristiques des éléments de chaînes d'isolateurs du type capot et tige.

Publication 433: Caractéristiques des éléments de chaînes d'isolateurs du type fût long.

3. Définitions

3.1 *Élément de chaîne*

Isolateur constitué par un matériau isolant équipé des pièces métalliques de liaison nécessaires pour le relier de façon flexible à d'autres éléments de chaînes.

Sauf spécification contraire, un élément de chaîne avec assemblage par rotule et logement de rotule comprend le dispositif de verrouillage, et un élément de chaîne avec assemblage par charge et tenon comprend l'axe et les autres pièces nécessaires à l'assemblage.

3.2 *Chaîne d'isolateurs*

Chaîne constituée d'un ou de plusieurs éléments de chaîne destinés à supporter de façon flexible les conducteurs d'une ligne aérienne. La chaîne d'isolateurs est donc destinée à être soumise principalement à des efforts de traction.

Les chaînes d'isolateurs utilisées pour la traction électrique et constituées par un seul élément peuvent également être soumises à des efforts de flexion ou de compression.

3.3 *Chaîne équipée*

Chaîne constituée d'une ou de plusieurs chaînes d'isolateurs convenablement assemblées et munies de dispositifs permettant une fixation flexible à un support.

Sont inclus dans la chaîne équipée les parties métalliques et les accessoires, tels que les équipements pour la répartition des contraintes ou les cornes de protection, qui sont considérés comme parties essentielles de la chaîne équipée.

3.3.1 *Chaîne de suspension équipée*

Chaîne équipée munie des dispositifs nécessaires pour supporter, à sa partie inférieure, un ou plusieurs conducteurs.

3.3.2 *Chaîne d'ancrage équipée*

Chaîne équipée munie des dispositifs nécessaires pour résister à l'effort de traction d'un ou de plusieurs conducteurs.

3.4 *Isolateur du type rigide*

Isolateur destiné à supporter de façon rigide les conducteurs d'une ligne aérienne et principalement soumis à des efforts de flexion et de compression. On peut distinguer deux types principaux d'isolateurs rigides: les isolateurs rigides à tige et les isolateurs rigides à socle.

This standard does not include requirements dealing with the choice of insulators for specific operating conditions.

Numerical values for insulator characteristics are specified in the following IEC publications:
Publication 305: Characteristics of String Insulator Units of the Cap and Pin Type.

Publication 433: Characteristics of String Insulator Units of the Long Rod Type.

3. Definitions

3.1 *String insulator unit*

An insulator consisting of insulating material with the necessary interconnecting metal-work to enable it to be flexibly attached to other string insulator units.

Unless otherwise stated, for string insulator units with ball and socket couplings the term includes the locking device and for units with clevis and tongue couplings it includes the pin and other parts necessary for the coupling.

3.2 *Insulator string*

An insulator string consists of one or more string insulator units intended to give flexible support to overhead line conductors. An insulator string is therefore intended to be stressed mainly in tension.

Insulator strings consisting of one unit, for use on electric traction lines, may also be stressed by bending and compressive loads.

3.3 *Insulator set*

An insulator set consists of one insulator string or two or more insulator strings suitably connected together complete with fittings for flexible attachment to a supporting structure.

This term includes metal parts and accessories — for instance, stress control fittings or arcing horns — considered as essential parts of the insulator set.

3.3.1 *Suspension insulator set*

An insulator set complete with fittings to carry a line conductor or conductors at its lower end.

3.3.2 *Tension insulator set*

An insulator set complete with fittings to secure a line conductor or conductors in tension.

3.4 *Rigid insulator*

A rigid insulator is intended to give rigid support to overhead line conductors and to be stressed mainly by bending and compressive loads. Two main types of rigid insulators may be distinguished: pin insulators and line post insulators.

3.4.1 *Isolateur rigide à tige*

Isolateur qui comporte, soit une pièce de céramique ou de verre, soit deux éléments ou plus de céramique ou de verre assemblés d'une façon permanente; il est destiné à être monté de façon rigide sur son support au moyen d'une tige fixée à l'intérieur de l'isolateur. Sauf spécification contraire, le terme « isolateur rigide à tige » ne comprend pas la tige de l'isolateur.

3.4.2 *Isolateur rigide à socle*

Isolateur qui comporte une ou plusieurs parties en céramique ou en verre assemblées de façon permanente sur un socle métallique et qui est destiné à être monté rigidement sur un support au moyen d'une tige centrale ou de boulons solidaires du socle. Sauf spécification contraire, le terme « isolateur rigide à socle » comprend la tige centrale ou les boulons.

3.5 *Lot*

Quantité d'isolateurs du même fabricant et du même modèle présentée à la réception; un lot peut comporter une fraction ou la totalité de la commande.

3.6 *Contournement*

Décharge disruptive (voir la Publication 60-1 de la CIE: Techniques des essais à haute tension, Première partie: Définitions et prescriptions générales relatives aux essais) 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. Ce n'est qu'occasionnellement que des décharges disruptives doivent se produire à des endroits différents (par exemple vers d'autres structures ou vers la terre). De tels cas ne doivent pas être pris en considération pour l'application de la présente norme.

3.7 *Perforation*

Décharge disruptive (voir la Publication 60-1 de la CIE) à travers la matière isolante solide qui constitue l'isolateur.

Note. — Le fait qu'un fragment se détache du bord d'une cloche ou que l'isolateur se détériore sous l'action de la chaleur due à une décharge superficielle n'est pas considéré comme une perforation.

3.8 *Tension de tenue aux chocs de foudre à sec*

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

3.9 *Tension 50% de contournement aux chocs de foudre à sec*

Valeur de la tension de choc de foudre qui, dans les conditions d'essai prescrites, a une probabilité de 50% de provoquer un contournement de l'isolateur à sec.

3.10 *Tension de tenue aux chocs de manœuvres sous pluie*

Tension de choc de manœuvres tenue sous pluie par l'isolateur dans les conditions d'essai prescrites.

3.11 *Tension 50% de contournement aux chocs de manœuvres sous pluie*

Valeur de la tension de choc de manœuvres qui, dans les conditions d'essai prescrites, a une probabilité de 50% de provoquer le contournement de l'isolateur sous pluie.

3.4.1 *Pin insulator*

A rigid insulator consisting of a single piece of ceramic or glass or of two or more ceramic or glass components permanently connected together and intended to be mounted rigidly on a supporting structure by an insulator pin passing up inside the insulator. Unless otherwise stated, this term does not include the insulator pin.

3.4.2 *Line post insulator*

A rigid insulator consisting of one or more ceramic or glass parts permanently secured in a metal base and intended to be mounted rigidly on a supporting structure by means of a stud or bolts attached to the base. Unless otherwise stated, this term includes the stud or bolts.

3.5 *Batch*

The number of insulators from the same manufacturer and of the same design offered for acceptance; a batch may consist of the whole, or part, of the quantity ordered.

3.6 *Flashover*

A disruptive discharge (see IEC Publication 60-1, High-voltage Test Techniques, Part 1: General Definitions and Test Requirements) 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 discharges by sparkover through air adjacent to the insulator. Disruptive discharges should only occur occasionally elsewhere (e.g. to other structures or to earth), in which case they should not be taken into account for the purposes of this standard.

3.7 *Puncture*

A disruptive discharge (see IEC Publication 60-1) passing through the solid insulating material of an insulator.

Note. — A fragment breaking away from the rim of a shed or damage to the insulator due to the heat of a surface discharge is not considered a puncture.

3.8 *Dry lightning impulse withstand voltage*

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

3.9 *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.

3.10 *Wet switching impulse withstand voltage*

The switching impulse voltage which the insulator withstands wet under the prescribed conditions of test.

3.11 *50% wet switching impulse flashover voltage*

The value of the switching impulse voltage which, under the prescribed conditions of test, has a 50% probability of producing flashover on the insulator, wet.

3.12 *Tension de tenue à fréquence industrielle sous pluie*

Tension à fréquence industrielle tenue sous pluie par l'isolateur dans les conditions d'essai prescrites.

3.13 *Tension de contournement à fréquence industrielle sous pluie*

Moyenne arithmétique des tensions mesurées qui provoquent le contournement de l'isolateur dans les conditions d'essai prescrites.

3.14 *Charge de rupture électromécanique*

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

3.15 *Charge de rupture mécanique*

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

3.16 *Tension de perforation*

Tension qui provoque la perforation d'un élément de chaîne ou d'un isolateur du type rigide dans les conditions d'essai prescrites.

3.17 *Ligne de fuite d'un isolateur*

Plus courte distance ou somme des plus courtes distances suivant les contours des surfaces extérieures des parties isolantes en céramique ou en verre entre les parties qui sont normalement soumises à la tension de service. Une distance mesurée à la surface du ciment ou de toute autre matière de scellement conductrice ne doit pas être considérée comme faisant partie de la ligne de fuite.

Si des revêtements à haute résistance électrique sont appliqués sur certaines parties de l'isolateur, de tels revêtements doivent être considérés comme des surfaces isolantes effectives, et la distance comptée à la surface de ces revêtements doit être incluse dans la ligne de fuite. La résistivité superficielle de ces revêtements à haute résistance est ordinairement de l'ordre de $10^6 \Omega$ mais peut descendre à $10^4 \Omega$.

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

3.18 *Caractéristique spécifiée*

Une caractéristique spécifiée est:

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

Les tensions spécifiées de tenue et de contournement s'entendent pour des conditions atmosphériques normales (voir l'article 14).

3.12 *Wet power-frequency withstand voltage*

The power-frequency voltage which the insulator withstands wet, under the prescribed conditions of test.

3.13 *Wet power-frequency flashover voltage*

The arithmetic mean of the measured voltages which cause flashover of the insulator under the prescribed conditions of test.

3.14 *Electro-mechanical failing load*

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

3.15 *Mechanical failing load*

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

3.16 *Puncture voltage*

The voltage which causes puncture of a string insulator unit or a rigid insulator under the prescribed conditions of test.

3.17 *Creepage distance of an insulator*

The shortest distance or the sum of the shortest distances along the contours of the external surfaces of the ceramic or glass insulating parts of the insulator between those parts which normally have the operating voltage between them. A distance measured over the surface of cement or other conducting jointing material shall not be considered as forming part of creepage distance.

If high-resistance coatings are applied to parts of the insulator, such coatings shall be considered as effective insulating surfaces and the distance over them shall be included in the creepage distance. The surface resistivity of such high-resistance coatings is usually about $10^6 \Omega$, but may be as low as $10^4 \Omega$.

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

3.18 *Specified characteristic*

A specified characteristic is:

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

Specified withstand and flashover voltages are referred to standard atmospheric conditions (see Clause 14).

4. Classification

Selon leur forme, les 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 plus courte distance dans l'air extérieure à l'isolateur.

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 plus courte distance dans l'air extérieure à l'isolateur.

Les pièces en verre utilisées pour les isolateurs qui font l'objet de la présente norme sont:

- soit en verre recuit,
- soit en verre trempé.

5. Valeurs des tensions

En accord avec la Publication 60-2 de la CEI, Deuxième partie: Modalités d'essais, les tensions de chocs de foudre et de manœuvres doivent être exprimées par leurs valeurs de crête présumées et les tensions à fréquence industrielle par leurs valeurs de crête divisées par $\sqrt{2}$.

6. Valeurs caractérisant un élément de chaîne ou un isolateur du type rigide

Un élément de chaîne ou un isolateur du type rigide est caractérisé par les valeurs suivantes, quand elles lui sont applicables:

- a) la tension de tenue spécifiée aux chocs de foudre à sec;
- b) la tension de tenue spécifiée à fréquence industrielle sous pluie;
- c) la charge de rupture électromécanique spécifiée (seulement pour les éléments de chaîne de la classe B);
- d) la charge de rupture mécanique spécifiée (pour les éléments de chaîne de la classe A, pour ceux de la classe B auxquels l'essai de rupture électromécanique n'a pas à être appliqué, et pour les isolateurs du type rigide);
- e) la tension de perforation spécifiée (seulement pour les isolateurs de la classe B);
- f) les dimensions caractéristiques spécifiées y compris la ligne de fuite.

Notes 1. — Sur demande, il sera fourni un dessin du type des isolateurs.

2. — La tension de service ne doit pas être considérée comme une caractéristique d'un élément de chaîne ou d'un isolateur du type rigide.

7. Valeurs caractérisant une chaîne d'isolateurs ou une chaîne équipée

Une chaîne d'isolateurs ou une chaîne équipée est caractérisée, en plus des valeurs qui sont propres aux éléments, par les valeurs suivantes:

- a) la tension de tenue spécifiée aux chocs de foudre à sec;
- b) la tension de tenue spécifiée aux chocs de manœuvres sous pluie;
- c) la tension de tenue spécifiée à fréquence industrielle sous pluie.

La tension de chocs de manœuvres sous pluie ne doit être spécifiée que pour les réseaux à courant alternatif dont la tension la plus élevée est égale ou supérieure à 300 kV.

4. Classification

Overhead line insulators are divided into two types according to their construction:

Type A: an insulator or an insulator unit in which the length of the shortest puncture path through solid insulating material is at least equal to half the length of the shortest flashover path through air outside the insulator.

Type B: an insulator or an insulator unit in which the length of the shortest puncture path through solid insulating material is less than half the length of the shortest flashover path through air outside the insulator.

Insulator glasses referred to in this standard are:

- either annealed glass,
- or toughened glass.

5. Values of voltage

In accordance with IEC Publication 60-2, Part 2: Test Procedures, lightning and switching impulse withstand voltages shall be expressed by their prospective peak values and power-frequency voltages shall be expressed as peak values divided by $\sqrt{2}$.

6. Values which characterize a string insulator unit or a rigid insulator

A string insulator unit or a rigid insulator is characterized by the following values, when applicable:

- a) the specified dry lightning impulse withstand voltage;
- b) the specified wet power-frequency withstand voltage;
- c) the specified electro-mechanical failing load (for type B string insulator units only);
- d) the specified mechanical failing load (for type A string insulator units and those of type B for which the electro-mechanical failing load test is not applicable and for rigid insulators);
- e) the specified puncture voltage (for type B insulators only);
- f) the specified significant dimensions, including the creepage distance.

Notes 1. — If requested, a design drawing of the insulators should be submitted.

2. — Service voltage shall not be considered as a characteristic of a string insulator unit or a rigid insulator.

7. Values which characterize an insulator string or an insulator set

An insulator string or an insulator set is characterized, in addition to the values which characterize the units, by the following values:

- a) the specified dry lightning impulse withstand voltage;
- b) the specified wet switching impulse withstand voltage;
- c) the specified wet power-frequency withstand voltage.

Wet switching impulse voltage shall be specified only for a.c. systems with highest voltage equal to or above 300 kV.

Notes 1. — La tension de service ne doit pas être considérée comme une caractéristique d'une chaîne d'isolateurs ou d'une chaîne équipée.

2. — Les tensions de contournement et de tenue des isolateurs dans les conditions de service peuvent être différentes des tensions de contournement et de tenue dans des conditions normalisées. Cet effet a été mis en évidence au cours d'essais aux chocs de foudre, spécialement pour les équipements à très haute tension, mais l'effet des conditions ambiantes et du montage des isolateurs et des accessoires métalliques est plus important dans le cas des chocs de manœuvres, étant donné les différences de répartition de champ existant entre les dispositifs normalisés et le montage en service.
3. — La tension de tenue aux chocs de manœuvres d'une chaîne d'isolateurs ou d'une chaîne équipée n'est pas nécessairement une caractéristique bien définie parce qu'elle est déterminée en grande partie par la structure du pylône et la répartition du champ qui dépend de la forme et de la disposition relative de toutes les parties métalliques. C'est pourquoi, la vérification de la tension de tenue aux chocs de manœuvres est généralement demandée avec un dispositif de montage qui représente de près les conditions de service. Le fabricant et l'acheteur devront alors se mettre d'accord sur les détails du dispositif de montage. Pour les lignes aériennes dont la tension la plus élevée pour le matériel s'élève jusqu'à et y compris 420 kV, l'expérience a montré qu'avec les niveaux de tension de choc de foudre actuellement utilisés, la tension de tenue aux chocs de manœuvres n'est pas un critère pour la détermination des dimensions des isolateurs. Donc, l'essai aux chocs de manœuvres pour cette gamme de tension ne sera réalisé qu'après accord entre le fabricant et l'acheteur.

8. Identification des isolateurs

Chaque élément de chaîne, ou chaque isolateur du type rigide, doit porter l'inscription du nom ou de la marque du fabricant ainsi que l'année de fabrication. De plus, chaque élément de chaîne doit porter l'inscription de la charge de rupture électromécanique ou mécanique suivant ce qui lui est applicable d'après l'article 6. Ces inscriptions ou marques doivent être lisibles et indélébiles.

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

SECTION DEUX — PRESCRIPTIONS GÉNÉRALES RELATIVES AUX ESSAIS

9. Prescriptions générales pour les essais à haute tension

- a) Les méthodes d'essais pour les tensions aux chocs de foudre et de manœuvres et pour la tension à fréquence industrielle doivent être conformes à la Publication 60-2 de la CEI.
- b) Lorsque les conditions atmosphériques au moment des essais sont différentes des conditions normales (voir l'article 14), il est nécessaire de faire intervenir des facteurs de correction conformément à l'article 15.
- c) Les isolateurs doivent être propres et secs avant de commencer les essais à haute tension.
- d) 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 commence.

Sauf accord particulier entre le fabricant et l'acheteur, les essais ne doivent pas être effectués si l'humidité relative est supérieure à 85%.

Notes 1. — Service voltage is not to be considered as a characteristic of an insulator string or an insulator set.

2. — The flashover and withstand voltages of insulators under service conditions may differ from the flashover and withstand voltages under standard conditions. This effect has been recognized with lightning impulse testing, especially for very high voltages of equipment, but the effect of ambient conditions and the arrangement of insulators and associated metal-work is much greater with switching impulses, due to the differences in electric field distribution between standard test arrangement and the mounting arrangement in service.
3. — The switching impulse withstand voltage of an insulator string or an insulator set is not necessarily a definite characteristic because the switching impulse withstand voltage is determined to a large extent by the tower structure and the field configuration which depends on the shape and relative positions of all the metal parts. Therefore, the verification of the specified switching impulse withstand voltage is generally required with a mounting arrangement which closely represents the service conditions. The details of the mounting arrangement should then be agreed between the manufacturer and the purchaser. On overhead lines for highest voltage for equipment up to and including 420 kV experience has shown that with the levels of the lightning impulse voltage used at the present time, the switching impulse withstand voltage is not critical in determining the dimensions of insulators. Therefore, a switching impulse test for this voltage range shall be carried out only when agreed between the manufacturer and the purchaser.

8. Identification of the insulators

Each string insulator unit or rigid insulator shall be marked 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 electro-mechanical or mechanical failing load as applicable according to Clause 6. These markings shall be legible and indelible.

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

SECTION TWO — GENERAL REQUIREMENTS FOR TESTS

9. General requirements for high-voltage tests

- a) The lightning and switching impulse voltages and power-frequency voltage test methods shall be in accordance with IEC Publication 60-2.
- b) When the natural atmospheric conditions at the time of the tests differ from the standard values (Clause 14), it is necessary to apply correction factors in accordance with Clause 15.
- c) The insulators shall be clean and dry before starting high-voltage tests.
- d) Special precautions shall be taken to avoid condensation on the surface of the insulator, 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 manufacturer and the purchaser, tests shall not be made if the relative humidity exceeds 85%.

10. Essais aux chocs de foudre

L'onde normale de choc de foudre 1,2/50 doit être utilisée (voir la Publication 60-2 de la CEI) avec les tolérances suivantes:

Valeur de crête: $\pm 3\%$.

Durée du front: $\pm 30\%$.

Durée jusqu'à la mi-valeur: $\pm 20\%$.

La valeur de la tension de choc de foudre est définie par la valeur de crête mesurée au moyen d'un éclateur à sphères ou par tout autre moyen prévu par la Publication 60-2 de la CEI.

11. Essais aux chocs de manœuvres

L'onde normale de choc de manœuvres $250 \pm 50/2\ 500 \pm 1\ 500$ doit être utilisée (voir la Publication 60-2 de la CEI).

La valeur de la tension de choc de manœuvres est définie par la valeur présumée de crête mesurée par un moyen prévu par la Publication 60-2 de la CEI.

12. Essais à fréquence industrielle sous pluie

La tension d'essai doit être une tension alternative de fréquence comprise dans la gamme de 15 Hz à 100 Hz, à moins qu'il n'en soit spécifié autrement par accord entre l'acheteur et le fabricant.

Le circuit d'essai doit être conforme aux prescriptions données au paragraphe 7.2.1 de la Publication 60-2 de la CEI.

13. Essais sous pluie

Les caractéristiques de la pluie artificielle doivent être conformes aux prescriptions de la Publication 60-1 de la CEI, paragraphe 8.1, résumées ci-après:

— Taux d'aspersion moyen pour toutes les mesures:

— composante verticale: 1,0 mm/min à 1,5 mm/min,

— composante horizontale: 1,0 mm/min à 1,5 mm/min.

— Valeurs extrêmes pour chaque mesure isolée et pour chaque composante: 0,5 mm/min à 2,0 mm/min.

— Température de l'eau recueillie: température ambiante $\pm 15\ ^\circ\text{C}$.

— Résistivité de l'eau recueillie ramenée à $20\ ^\circ\text{C}$: $100 \pm 15\ \Omega\text{m}$

(pour la correction de la résistivité de l'eau, voir la figure 1, page 58).

La mesure du taux d'aspersion doit être effectuée près du sommet, du milieu et de la base de l'isolateur en cours d'essai.

L'objet à essayer devra être préaspergé pendant au moins 15 min dans les conditions spécifiées ci-dessus et ces conditions devront être maintenues à l'intérieur des tolérances spécifiées pendant l'essai. Ce temps de préaspersion peut comprendre le temps nécessaire aux réglages et peut être réduit si on utilise des moyens spéciaux donnant un mouillage effectif de l'objet ou si on doit exécuter des essais répétés à de courts intervalles.

10. Lightning impulse tests

The standard 1.2/50 lightning impulse shall be used (see IEC Publication 60-2) with the following tolerances:

Peak value: $\pm 3\%$.

Front time: $\pm 30\%$.

Time to half-value: $\pm 20\%$.

The value of the lightning impulse voltage shall be its peak value as measured by a sphere-gap or another method envisaged in IEC Publication 60-2.

11. Switching impulse tests

The standard $250 \pm 50/2\ 500 \pm 1\ 500$ switching impulse shall be used (see IEC Publication 60-2).

The value of the switching impulse voltage shall be its prospective peak value as measured by a method envisaged in IEC Publication 60-2.

12. Wet power-frequency tests

The test voltage shall be an alternating voltage having a frequency in the range 15 Hz to 100 Hz, unless otherwise agreed between the purchaser and the manufacturer.

The test circuit shall be in accordance with Sub-Clause 7.2.1 of IEC Publication 60-2.

13. Wet tests

The characteristics of the artificial rain shall be in accordance with the requirements of IEC Publication 60-1, Sub-clause 8.1, summarized below:

- Average precipitation rate for all measurements:
 - vertical component: 1.0 mm/min to 1.5 mm/min,
 - horizontal component: 1.0 mm/min to 1.5 mm/min.
- Limits for any individual measurement and for each component: 0.5 mm/min to 2.0 mm/min.
- Temperature of collected water: ambient temperature $\pm 15\ ^\circ\text{C}$.
- Water resistivity corrected to $20\ ^\circ\text{C}$: $100 \pm 15\ \Omega\text{m}$
(for correction of water resistivity, see Figure 1, page 58).

The measurement of the precipitation rate shall be made near the top, centre and bottom of the insulator under test.

The test object should be pre-wetted initially for 15 min under the above specified conditions for the rain (which may however include the time needed for adjustment) and these conditions should remain within the tolerances specified throughout the test. The pre-wetting time may be reduced if special means are used to ensure effective wetting or when repeat tests are made after short intervals.

Notes 1. — L'emploi des méthodes conventionnelles d'essai sous pluie encore décrites dans la Publication 60-1 de la CEI, paragraphe 8.2, est recommandé lorsqu'une comparaison directe avec un résultat déjà obtenu est exigée.

2. — Lorsque les essais sont effectués sur des isolateurs placés en position horizontale ou inclinée, un accord doit intervenir entre le fabricant et l'acheteur pour fixer la direction de la pluie.

14. Conditions atmosphériques normales pour les essais

Les conditions atmosphériques normales pour les essais, en accord avec la Publication 60-1 de la CEI, sont les suivantes:

Température $t_0 = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Pression $b_0 = 1\,013 \times 10^5\text{ N/m}^2$ (1 013 mbar).

Humidité $h_0 = 11\text{ g d'eau par m}^3$.

Note. — Une pression de 1 013 mbar correspond à une hauteur barométrique de 760 mm de mercure à $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Si la hauteur barométrique est h mm de mercure, la pression atmosphérique en millibars est approximativement:

$$b = \frac{1\,013\,h}{760} \text{ mbar}$$

Une correction de température est considérée comme négligeable par rapport à la hauteur de la colonne de mercure.

15. Facteurs de correction pour les conditions atmosphériques

Les tensions de tenue et de contournement dépendent des conditions atmosphériques lors de l'essai; si ces dernières sont différentes des conditions normales, des facteurs de correction K_d (densité de l'air) et K_h (humidité) doivent être appliqués, comme indiqué ci-après, pour obtenir la tension à appliquer dans le cas d'un essai de tenue et pour obtenir la tension à noter dans le cas d'un essai de contournement.

Article	Essai	Correction
20	Tension de choc de foudre à sec	Tenue Multiplier la tension de tenue spécifiée par K_d et diviser par K_h
		Contournement Diviser la tension de contournement mesurée par K_d et multiplier par K_h
21	Tension de choc de manœuvres sous pluie	Tenue Multiplier la tension de tenue spécifiée par K_d
		Contournement Diviser la tension de contournement mesurée par K_d
22	Tension à fréquence industrielle sous pluie	Tenue Multiplier la tension de tenue spécifiée par K_d
		Contournement Diviser la tension de contournement mesurée par K_d

Notes 1. — The use of the conventional test methods, as described in IEC Publication 60-1, Sub-clause 8.2, is recommended when direct comparison with previously obtained data is required.

2. — When tests are made on insulators in the horizontal or inclined positions, an agreement must be reached between the manufacturer and the purchaser regarding direction of rainfall.

14. Standard atmospheric conditions for tests

Standard atmospheric conditions for tests are as follows, in accordance with IEC Publication 60-1:

Temperature $t_0 = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Pressure $b_0 = 1\,013 \times 10^5\text{ N/m}^2$ (1 013 mbar).

Humidity $h_0 = 11\text{ g water per m}^3$.

Note. — A pressure of 1 013 mbar corresponds to a height of 760 mm in a mercury barometer at $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. If the barometric height is h mm of mercury, the atmospheric pressure in millibars is approximately:

$$b = \frac{1\,013\,h}{760}\text{ mbar}$$

Correction for temperature is considered to be negligible with respect to the height of the column of mercury.

15. Correction factors for atmospheric conditions

Withstand and flashover voltages depend on the atmospheric conditions at the time of the test: if these differ from the selected standard conditions, correction factors K_d (air density) and K_h (humidity) shall be applied as follows to obtain the voltage to be applied in a withstand test or the voltage to be recorded in a flashover test.

Clause	Test	Correction
20	Dry lightning impulse voltage	Withstand Multiply specified withstand voltage by K_d and divide by K_h
		Flashover Divide measured flashover voltage by K_d and multiply by K_h
21	Wet switching impulse voltage	Withstand Multiply specified withstand voltage by K_d
		Flashover Divide measured flashover voltage by K_d
22	Wet power-frequency voltage	Withstand Multiply specified withstand voltage by K_d
		Flashover Divide measured flashover voltage by K_d

15.1 Facteur de correction de densité de l'air K_d

Si la pression atmosphérique b est exprimée en millibars et la température t en degrés Celsius, les facteurs de correction de densité de l'air deviennent :

- essai aux chocs de foudre à sec, polarités positive et négative: $K_d = \delta$;
- essai aux chocs de manœuvres à sec ou sous pluie
 - polarité positive: $K_d = \delta^m$,
 - polarité négative: $K_d = 1$;
- essai à fréquence industrielle sous pluie: $K_d = \delta^m$

$$\text{où: } \delta = 0,289 \frac{b}{273 + t}$$

m = exposant donné par la figure 2, page 58, en fonction de la distance d'isolement d

15.2 Facteur de correction de l'humidité K_h

Pour les essais aux chocs de foudre à sec, les facteurs de correction suivants doivent être appliqués :

- polarité positive K_h donnée par la courbe b de la figure 3, page 59,
- polarité négative K_h donnée par la courbe c de la figure 3.

Aucune correction d'humidité ne doit être effectuée pour les essais aux chocs de manœuvres sous pluie ou à fréquence industrielle sous pluie.

16. Classification des essais

Les essais se divisent en trois groupes, à savoir :

16.1 Essais du premier groupe (essais de type)

Ces essais sont destinés à vérifier les caractéristiques électriques principales qui dépendent essentiellement de la forme et des dimensions de l'isolateur. Ils ne sont effectués qu'une seule fois sur des isolateurs répondant aux prescriptions de l'article 24. Ils ne doivent être répétés que si le dessin du type ou les matériaux de l'isolateur ont été modifiés.

16.2 Essais du deuxième groupe (essais sur prélèvements)

Ces essais sont destinés à vérifier les autres caractéristiques d'un isolateur, ainsi que la qualité des matériaux utilisés. Ils sont effectués sur des isolateurs prélevés au hasard dans les lots présentés en réception.

16.3 Essais du troisième groupe (essais individuels)

Ces essais sont destinés à éliminer les isolateurs qui présenteraient des défauts de fabrication. Ils sont effectués sur la totalité des isolateurs présentés en réception.

15.1 Air density correction factor K_d

With the atmospheric pressure b expressed in millibars and the temperature t expressed in degrees Celsius, the following air density correction factors apply:

- dry lightning impulse test, positive and negative polarity: $K_d = \delta$;
- dry or wet switching impulse test
 - positive polarity: $K_d = \delta^m$,
 - negative polarity: $K_d = 1$;
- wet power-frequency test: $K_d = \delta^m$

$$\text{where: } \delta = 0.289 \frac{b}{273 + t}$$

m = exponent given in Figure 2, page 58, as a function of the insulating distance d

15.2 Humidity correction factor K_h

The following correction factors shall be applied for dry lightning impulse tests:

- positive polarity K_h given by curve b in Figure 3, page 59;
- negative polarity K_h given by curve c in Figure 3.

No humidity correction shall be applied for wet switching impulse tests and wet power-frequency tests.

16. Classification of tests

The tests are divided into three groups as follows:

16.1 Group I (type tests)

These tests are intended to verify the main electrical characteristics of an insulator which depend chiefly on its shape and size. They are made once only on insulators complying with the requirements specified in Clause 24. They shall be repeated only when the design or the material of the insulator is changed.

16.2 Group II (sample tests)

These tests are for the purpose of verifying the other characteristics of an insulator and the quality of the materials used. They are made on insulators taken at random from batches offered for acceptance.

16.3 Group III (routine tests)

These tests are for the purpose of eliminating insulators with manufacturing defects. They are made on every insulator offered for acceptance.

SECTION TROIS — ESSAIS DU PREMIER GROUPE (ESSAIS DE TYPE)

17. Généralités

Les essais du premier groupe comprennent :

- a) essai de tenue aux chocs de foudre à sec;
- b) essai de tenue aux chocs de manœuvres sous pluie;
- c) essai de tenue à fréquence industrielle sous pluie.

Le tableau ci-dessous indique les essais applicables à chaque type d'isolateur.

Isolateur		Essais	Nombre d'isolateurs ou de chaînes à essayer	Modalités de montage, n° des paragraphes
Type rigide		a) et c), b) si demandé	3	18.1.1 ou 18.2
Élément de chaîne		a) et c)	3	18.1.2 ou 18.2
Chaîne d'isolateurs	Quand les essais aux chocs de manœuvres ne sont pas demandés *	a) et c)	1	18.1.2 ou 18.2
	Quand les essais aux chocs de manœuvres sont demandés *	a), b) et c)	1	18.1.3 ou 18.2

* Voir l'article 7.

18. Modalités de montage

18.1 Dispositif de montage normalisé

18.1.1 Montage pour isolateur du type rigide

Si l'isolateur du type rigide est destiné à être utilisé avec des accessoires de montage, il doit être muni, pour les essais, de ces accessoires. Sinon on doit appliquer la modalité de montage ci-après qui s'y rapporte :

- *Isolateur rigide à tige* : l'isolateur est monté sur une tige métallique verticale mise à la terre, à surface lisse et d'un diamètre au moins égal à 16 mm. La tige doit avoir une longueur telle que le bord inférieur de l'isolateur soit au moins à 1 m au-dessus du sol. Aucun objet ne doit se trouver à moins de 1 m de l'isolateur ou à 1,5 fois la hauteur de l'isolateur si cette dernière valeur est supérieure à la première.
- *Isolateur rigide à socle* : l'isolateur est monté en position verticale au milieu d'un support métallique horizontal constitué par un fer profilé en U dont les ailes sont tournées vers le bas. Ce support métallique mis à la terre a une largeur approximativement égale au diamètre du socle de l'isolateur essayé et une longueur au moins égale à deux fois la hauteur de cet isolateur. Il est placé au moins à 1 m du sol.

SECTION THREE — TESTS IN GROUP I (TYPE TESTS)

17. General

Tests in Group I are the following:

- a) dry lightning impulse withstand voltage test;
- b) wet switching impulse withstand voltage test;
- c) wet power-frequency withstand voltage test.

The applicable tests for each type of insulator are indicated in the following table:

Insulator type		Tests	Number of insulators to be tested	Mounting arrangement (sub-clause)
Rigid insulators		a) and c), b) if required	3	18.1.1 or 18.2
String insulator units		a) and c)	3	18.1.2 or 18.2
Insulator string	When switching impulse sets are not required *	a) and c)	1	18.1.2 or 18.2
	When switching impulse tests are required *	a), b) and c)	1	18.1.3 or 18.2

* See Clause 7.

18. Methods of mounting

18.1 Standard mounting arrangement

18.1.1 Mounting arrangement for rigid insulator

If the rigid insulator is to be used with mounting accessories, it shall be mounted for testing with those accessories. Otherwise, the appropriate method of support specified below shall be adopted.

- *Pin insulator*: the insulator shall be mounted on an earthed metallic vertical pin, with a smooth surface and a diameter not less than 16 mm. The pin shall be of sufficient length to ensure that the lowest edge of the insulator is at least 1 m above the ground. No other object shall be nearer to the insulator than 1 m or 1.5 times the height of the insulator, whichever is the greater.
- *Line post insulator*: the insulator shall be mounted in an upright position at the centre of a horizontal earthed metallic structure made from a U channel, the webs of which are directed downwards. This metallic structure shall have a width approximately equal to the diameter of the base of the insulator under test and shall have a length at least equal to twice the insulator height. It shall be placed at least 1 m above the ground.

Dans chacun des cas ci-dessus, on fixe autant que possible horizontalement sur la gorge latérale de l'isolateur un conducteur d'au moins 5 mm de diamètre qui dépasse l'aillette supérieure de part et d'autre d'une longueur au moins égale à deux fois la hauteur de l'isolateur. Le conducteur est fixé par un fil métallique d'environ 1 mm de diamètre, qui s'enroule autour de ce dernier sur une distance sensiblement égale à deux fois le diamètre de l'aillette supérieure et répartie également de chaque côté de l'isolateur.

Si l'isolateur du type rigide est équipé d'une pince, un conducteur doit être fixé dans la pince.

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

18.1.2 *Montage des éléments de chaîne ou chaîne d'isolateurs pour tous les essais quand les essais aux chocs de manœuvres ne sont pas demandés*

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 m de l'isolateur ou à 1,5 fois la longueur de la chaîne si cette dernière valeur est supérieure à la première. Un conducteur droit à surface lisse de forme tubulaire ou pleine est 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 et que la distance entre l'aillette la plus basse de la porcelaine ou du verre et la surface supérieure du conducteur soit 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 d'environ 1,5% de la longueur de l'élément de chaîne ou de la chaîne d'isolateurs avec un minimum de 25 mm.

La longueur du conducteur doit être au moins égale à 1,5 fois celle de l'élément de chaîne ou de la chaîne d'isolateurs et doit dépasser l'axe vertical d'au moins 1 m de chaque côté.

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.

Note. — Pour les isolateurs utilisés en traction électrique, quand un essai en position horizontale est spécialement demandé, l'isolateur peut être monté dans les conditions suivantes:

L'élément de chaîne ou la chaîne d'isolateurs doit être accroché à l'aide d'un câble ou d'une tige métallique mis à la terre. La distance entre la partie métallique la plus proche de l'isolateur et le dispositif d'accrochage ne doit pas être inférieure à 1 m. Aucun objet ne doit se trouver à moins de 1 m de l'isolateur ou à 1,5 fois la longueur de la chaîne si cette dernière valeur est supérieure à la première.

L'autre extrémité de l'isolateur ou de la chaîne d'isolateurs est munie d'une tige métallique d'environ 1 m de longueur, en prolongement de l'axe de l'isolateur, et l'ensemble est maintenu en position sensiblement horizontale par un dispositif convenable.

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

18.1.3 *Montage des chaînes d'isolateurs équipées ou non quand les essais aux chocs de manœuvres sont demandés*

Le montage d'essai sera suivant le cas a) ou le cas b):

a) Montage représentant le plus possible les conditions de service. Dans ce cas, se référer au paragraphe 18.2.

b) Montage d'essai normalisé. Le montage d'essai sera comme suit:

La chaîne d'isolateurs doit être suspendue verticalement dans un dispositif représentant un pylône et une traverse. La traverse est représentée par un élément horizontal avec la chaîne d'isolateurs à une extrémité et l'élément vertical représentant le pylône à l'autre extrémité. Les deux éléments et le dispositif de suspension de la chaîne d'isolateurs doivent être reliés à la terre. La largeur du montant de pylône simulé face à la chaîne d'isolateurs doit être d'au moins 20% la longueur de la chaîne d'isolateurs avec un minimum de 400 mm. La distance entre l'axe de la chaîne d'isolateurs et l'élément vertical représentant le pylône doit être comprise entre 1,2 et

In each case, a conductor not less than 5 mm diameter and extending in both directions at least twice the insulator height beyond the top shed shall be secured as nearly as possible horizontally in the side groove of the insulator by means of a metallic wire of about 1 mm diameter wrapped around the conductor for a distance approximately twice the diameter of the top shed and extending equally on each side of the insulator.

If the rigid insulator is provided with means of clamping, a conductor shall be placed in the clamp. The test voltage shall be applied between the conductor and earth.

18.1.2 *Mounting arrangement of string insulator units or insulator string for all tests when switching impulse tests are not required*

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 metal-work and the supporting structure shall be not less than 1 m. No other object shall be nearer to the insulator than 1 m or 1.5 times the length of the insulator string, whichever be the greater. 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 and 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 time the diameter of the lowest insulator.

The diameter of the conductor shall be about 1.5% of the length of the string insulator unit or insulator string with a minimum of 25 mm.

The length of the conductor shall be at least 1.5 times that of the string insulator unit or insulator string, and it shall extend at least 1 m on each side of the vertical axis.

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

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

Note. — For insulators to be used on electric traction lines, when a test in the horizontal position is specially requested the insulator may be mounted according to the following conditions:

The string insulator unit or insulator string shall be supported by an earthed cable or metal rod. The distance between the metal part nearest to the insulator and the supporting structure shall be not less than 1 m. No other object shall be nearer to the insulator than 1 m or 1.5 times the length of the insulator string, whichever be the greater.

The other end of the insulator or insulator string shall be fitted with a metal rod about 1 m long, along the prolongation of the axis of the insulator, and the whole arrangement shall be maintained in an approximately horizontal position by any convenient means.

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

18.1.3 *Mounting arrangement of an insulator string or set when switching impulse tests are required*

The test arrangement shall be either a) or b):

a) Arrangement closely representing service conditions. In this case, refer to Sub-clause 18.2.

b) Standard test arrangement. The test arrangement will be as follows:

The insulator string shall be suspended vertically in an arrangement simulating a tower body and cross-arm. The cross-arm is simulated by a horizontal member, the insulator string being at one end and the vertical member simulating the tower body at the other. Both members and the link supporting the insulator string shall be earthed. The width of each member facing the insulator string shall be from 400 mm minimum to at least 20% of the length of the insulator string. The distance between the axis of the insulator string and the vertical member simulating the tower body shall be between 1.2 and 1.5 times the length of the insulator string. The distance

1,5 fois la longueur de la chaîne d'isolateurs. La distance entre le point le plus élevé de la chaîne d'isolateurs et la partie inférieure de l'élément horizontal représentant la traverse doit être d'environ 300 mm. L'élément représentant le pylône doit s'étendre au-dessous de l'élément représentant la traverse sur au moins deux fois la longueur de la chaîne d'isolateurs.

Un faisceau, constitué par deux conducteurs ayant la forme de tiges métalliques lisses et droites ou de tubes, doit être fixé aux accessoires inférieurs de la chaîne d'isolateurs, perpendiculairement à la traverse. Les deux conducteurs du faisceau doivent être maintenus parallèles à l'aide d'entretoises horizontales; la distance entre les conducteurs doit être à peu près égale à un dixième de la longueur de la chaîne d'isolateurs. Le faisceau doit s'étendre de chaque côté de l'axe de la chaîne d'isolateurs sur une distance approximativement égale à la longueur de la chaîne d'isolateurs et le diamètre de chaque conducteur doit être de 0,75% à 1,25% de la longueur de la chaîne d'isolateurs. En vue d'éviter des amorçages aux extrémités du faisceau, chaque extrémité sera équipée d'un dispositif convenable (par exemple un anneau métallique). La hauteur du conducteur au-dessus du sol doit être approximativement égale à 1,5 fois la longueur de la chaîne d'isolateurs, mais ne doit pas être inférieure à 6 m.

La tension d'essai doit être appliquée entre le faisceau conducteur et la terre, la connexion à haute tension étant reliée à l'une des extrémités du faisceau conducteur.

Au cours de l'essai, aucun objet autre que ceux qui sont décrits dans le présent article ne doit être placé à une distance de l'extrémité sous tension de la chaîne d'isolateurs inférieure à 1,5 fois la longueur de cette chaîne.

La chaîne d'isolateurs devra être complète avec tous les accessoires qui sont jugés nécessairement associés à la chaîne et qui sont spécifiés dans ce sens par le fabricant.

Note. — Pour des chaînes d'isolateurs de longueur supérieure à 5 m, il peut être nécessaire de modifier quelques dimensions normalisées, en particulier le nombre et l'espacement des conducteurs d'un faisceau.

18.2 *Dispositif de montage reproduisant les conditions de service*

Après accord, les essais sur isolateurs du type rigide ou sur éléments de chaîne ou chaînes d'isolateurs peuvent aussi être exécutés dans des conditions se rapprochant le plus possible des conditions de service, par exemple sur une chaîne équipée installée sur une structure métallique représentant le pylône réellement utilisé en service. Le fabricant et l'acheteur doivent se mettre d'accord pour fixer jusqu'à quel point les conditions de service doivent être imitées en tenant compte de tous les facteurs qui peuvent avoir une influence sur les résultats obtenus.

Note. — Dans ces conditions non normalisées, les caractéristiques peuvent être différentes des valeurs mesurées en utilisant la méthode de montage normalisée.

19. **Intervalles de temps entre les applications successives de la tension**

Les intervalles de temps entre les applications successives de la tension doivent être suffisants pour éviter l'influence d'une application précédente de la tension sur les essais de contournement ou de tenue.

20. **Essai de tenue aux chocs de foudre à sec**

L'isolateur doit être essayé dans les conditions prescrites aux articles 17, 18 et 19. Le générateur de chocs doit être réglé pour produire une onde normale 1,2/50 (voir l'article 10).

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

between the uppermost point of the insulator string and the lower part of the horizontal member simulating the cross-arm shall be equal to about 300 mm. The member simulating the tower body shall extend to at least twice the length of the insulator string below the member simulating the tower cross-arm.

A bundle consisting of two subconductors in the form of straight smooth metal rods or tubes shall be attached to the lower integral fittings of the insulator string at right angles to the cross-arm. The two subconductors of the bundle shall be maintained parallel by means of horizontal spacers; the subconductor spacing shall be about equal to one-tenth of the length of the insulator string. The bundle shall extend approximately the length of the insulator string on each side of the axis of the insulator string and the diameter of each subconductor shall be between 0.75% and 1.25% of the length of the insulator string. To avoid sparkover from the two ends of the bundle, each end shall be protected by means of a suitable device (for instance by means of a metal ring). The height of the conductor above ground shall be equal to about 1.5 times the length of the insulator string, but not less than 6 m.

The test voltage shall be applied between the conductor bundle and earth, the high-voltage connection being made at one end of the conductor bundle.

During the test, no object other than those described in this clause shall be nearer to the live end of the insulator string than 1.5 times the length of the string.

The insulator string shall be complete with those parts which are considered necessarily associated with the string and are specified as such by the manufacturer.

Note. — For insulator strings longer than 5 m, it may be necessary to modify some standard dimensions, in particular the number and spacing of the subconductors in the bundle.

18.2 *Mounting arrangement representing service conditions*

When so agreed, tests on rigid insulators, string insulator units or insulator strings may be made under conditions that reproduce service conditions as closely as possible, for instance on an insulator set mounted on a metal structure simulating the actual tower in service. The extent to which service conditions are imitated shall be agreed between the manufacturer and the purchaser, taking into account all factors which may influence insulator performance.

Note. — Under these non-standard conditions, the characteristics may differ from the values measured using the standard method of mounting.

19. **Time intervals between consecutive applications of the voltage**

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.

20. **Dry lightning impulse withstand voltage test**

The insulator shall be tested under the conditions prescribed in Clauses 17, 18 and 19. The impulse generator shall be adjusted to produce a standard 1.2/50 wave (see Clause 10).

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

Deux méthodes d'essais sont d'usage courant pour les essais de tenue à la tension de choc de foudre à sec:

- la méthode de tenue à 15 chocs;
- la méthode de tenue calculée à partir de la tension 50% de contournement.

20.1 Méthode de tenue

L'essai de tenue doit être effectué à la tension obtenue à partir de la tension de tenue spécifiée aux chocs de foudre, corrigée pour les conditions atmosphériques (voir l'article 15).

Quinze chocs doivent être appliqués. Si le nombre de contournements sur l'isolation externe n'est pas supérieur à deux, la chaîne d'isolateurs est jugée conforme à la présente norme.

Les isolateurs ne doivent pas être endommagés au cours des 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 sont tolérés.

20.2 Essai de tenue en utilisant la méthode de 50% de contournement

La tension de tenue spécifiée aux chocs de foudre doit être comparée à la tension 50% de contournement aux chocs de foudre déterminée de la façon suivante:

On choisit une tension U_k estimée égale ou voisine du niveau de la tension 50% de contournement. On choisit également un intervalle de tension ΔU égal à environ 3% de U_k . On applique un choc au niveau U_k ; s'il ne produit pas de contournement, le niveau du choc suivant devra être $U_k + \Delta U$. S'il y a contournement au niveau U_k , le choc suivant devra être effectué au niveau $U_k - \Delta U$.

On répète ce procédé un certain nombre de fois, chacun des chocs ayant un niveau déterminé par le résultat du choc précédent. On compte le nombre de chocs n_v appliqués à chaque niveau de tension U_v et la tension 50% de contournement est calculée par la formule:

$$U_{50\%} = \frac{\sum n_v U_v}{\sum n_v}$$

Dans cette formule, le premier niveau à prendre en compte est celui auquel au moins deux chocs ont été appliqués. Cela corrige partiellement l'erreur introduite par un choix trop haut ou trop bas du niveau U_k . Le nombre total de chocs pris en compte ($\sum n_v$) doit être égal à 30.

La tension 50% de contournement aux chocs de foudre déterminée par la méthode précédente doit être corrigée suivant l'article 13. L'isolateur subit l'essai avec succès si la tension 50% de contournement aux chocs de foudre n'est pas inférieure à $\frac{1}{1 - 1,3 \sigma} = 1,040$ fois la tension de tenue spécifiée aux chocs de foudre, où σ est l'écart type supposé égal à 3%.

L'isolateur ne doit pas être endommagé au cours de 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 sont tolérés.

Note. — On peut utiliser, principalement pour la recherche, une autre façon de procéder pour déterminer la tension 50% de contournement aux chocs de foudre. La méthode est la suivante:

On applique un certain nombre de chocs de foudre à chacun des niveaux de la tension d'essai, ces niveaux étant espacés de 2% à 4% de la tension 50% de contournement présumée.

La valeur de la tension 50% de contournement est lue sur une courbe qui représente la probabilité de contournement en fonction de la tension d'essai présumée et qui est obtenue en portant, sur un papier gradué en probabilité normale, les résultats d'essais et en traçant une ligne droite obtenue par interpolation entre des points suivant la loi des moindres carrés.

La tension 50% obtenue par cette méthode peut être utilisée dans le cadre de la présente norme pourvu qu'on applique au moins 15 chocs à chacun des niveaux et qu'on considère au moins quatre niveaux de tension d'essai donnant plus de zéro et moins de 100% de contournements.

Two test procedures are in common use for dry lightning impulse withstand tests:

- the withstand procedure with 15 impulses;
- the withstand calculated from the 50% flashover level.

20.1 Withstand procedure

The withstand test shall be performed at the specified lightning impulse voltage obtained by applying the corrections for atmospheric conditions (see Clause 15).

Fifteen impulses shall be applied. If the number of flashovers on the external insulation does not exceed two, the insulator string is deemed to comply with this standard.

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 materials used for assembly shall be permitted.

20.2 Withstand test using the 50% flashover procedure

The specified lightning impulse withstand voltage shall be verified from the 50% lightning impulse flashover voltage determined by the following procedure:

A voltage U_k is chosen, believed to lie at or near the 50% flashover voltage level. A voltage interval ΔU approximately 3% of U_k is also chosen. One impulse is applied at the level U_k ; if this does not cause flashover, the level of the next impulse should be $U_k + \Delta U$. If flashover occurs at the level U_k , the next impulse should have a level $U_k - \Delta U$.

This procedure is repeated a number of times, each impulse having a level determined by the effect of the preceding impulse. The number of impulses n_v applied at each voltage level U_v is counted and the 50% flashover voltage is determined by the formula:

$$U_{50\%} = \frac{\sum n_v U_v}{\sum n_v}$$

In this formula, the first level taken into account should be one at which two or more impulses were applied. This partially corrects for the error which may be introduced if U_k is much too low or much too high. The total number of impulses taken into account ($\sum n_v$) shall be equal to 30.

The 50% lightning impulse flashover voltage determined by the above procedure shall be corrected in accordance with Clause 13. The insulator passes the test if the 50% lightning impulse flashover voltage is not less than

$\frac{1}{1 - 1.3 \sigma} = 1.040$ times the specified lightning impulse withstand voltage, where σ is the standard deviation assumed equal to 3%.

The insulator 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.

Note. — An alternative procedure to determine the 50% lightning impulse flashover voltage, which can be used mainly for research purposes, is the following.

A number of lightning impulses are applied at each of several test voltage levels, the steps in voltage being 2% to 4% of the expected 50% flashover voltage.

The value of the 50% flashover voltage is found from a curve of flashover probability versus prospective test voltage, obtained by plotting the test results on normal probability paper as a straight line based on interpolation according to the least square law.

The 50% voltage obtained by this procedure may be used for the purposes of this standard provided that at least 15 impulses are applied at each voltage level and at least four test voltage levels resulting in more than zero and less than 100% flashovers are considered.

21. Essai de tenue aux chocs de manœuvres sous pluie

La chaîne d'isolateurs doit être essayée dans les conditions prescrites aux articles 17, 18 et 19. Le générateur de chocs doit être réglé pour produire un choc de 250/2 500 (voir l'article 11).

On doit utiliser des chocs de polarité positive et de polarité négative.

Les essais sous pluie doivent être effectués suivant les prescriptions de l'article 13.

L'essai de tenue aux chocs de manœuvres peut être effectué suivant deux méthodes:

- la méthode de tenue calculée à partir de la tension 50% de contournement;
- la méthode de tenue.

La méthode de 50% de contournement doit normalement être utilisée; mais cependant, dans quelques cas, et après accord, la méthode de tenue peut être adoptée (voir le paragraphe 21.2).

21.1 Essai de tenue utilisant la méthode de 50% de contournement

La même méthode d'essai décrite au paragraphe 20.2 pour les chocs de foudre est applicable aux chocs de manœuvres. Mais, dans ce cas, la chaîne d'isolateurs subit l'essai avec succès si la tension 50% de contournement aux chocs de manœuvres n'est pas inférieure à $\frac{1}{1-1,3 \sigma} = 1,085$ fois la tension de tenue spécifiée aux chocs de manœuvres où σ est l'écart type supposé égal à 6%.

21.2 Méthode de tenue

On peut parfois rencontrer des difficultés dans l'application de la méthode de 50% de contournement, parce que, par exemple, de nombreux amorçages se produisent vers des emplacements autres que sur la chaîne d'isolateurs, ou bien parce qu'on a besoin d'une tension d'essai trop élevée du fait d'un surdimensionnement de la chaîne d'isolateurs. Si l'on rencontre ces difficultés, on peut, après accord, appliquer la méthode de tenue suivante:

L'essai de tenue doit être effectué à la tension obtenue à partir de la tension de tenue spécifiée aux chocs de manœuvres corrigée pour les conditions atmosphériques (voir l'article 15). Quinze chocs doivent être appliqués à la chaîne d'isolateurs en cours d'essai. Si le nombre des contournements sur l'isolation externe n'est pas supérieur à deux, la chaîne d'isolateurs est jugée conforme à la présente norme.

Les isolateurs ne doivent pas être endommagés au cours des 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 sont tolérés.

22. Essai à fréquence industrielle sous pluie

L'isolateur doit être essayé dans les conditions prescrites aux articles 17, 18 et 19.

Les caractéristiques de la pluie artificielle doivent être conformes aux prescriptions de l'article 13.

La tension d'essai à appliquer à l'isolateur est la tension de tenue spécifiée à fréquence industrielle sous pluie corrigée pour tenir compte des conditions atmosphériques au moment de l'essai (voir l'article 15).

On applique une tension égale à environ 75% de la tension d'essai ainsi déterminée puis on augmente progressivement la tension avec un taux d'accroissement d'environ 2% de la tension par seconde. La tension d'essai doit être maintenue à cette valeur pendant 1 min.

Il ne doit se produire ni contournement, ni perforation pendant l'essai.

21. Wet switching impulse withstand voltage test

The insulator string shall be tested under the conditions prescribed in Clauses 17, 18 and 19. The impulse generator shall be adjusted to produce a 250/2 500 impulse (see Clause 11).

Impulses of both positive and negative polarity shall be used.

Wet tests shall be made under the conditions prescribed in Clause 13.

Two procedures are available for the switching impulse withstand voltage test:

- the withstand calculated from the 50% flashover level;
- the withstand procedure.

The 50% flashover procedure shall normally be used. However, in some cases and by agreement the withstand procedure may be adopted (see Sub-clause 21.2).

21.1 Withstand test using the 50% flashover procedure

The same test procedure used for lightning impulses (see Sub-clause 20.2) is applicable for switching impulses. But in this case the insulator string passes the test if the 50% switching impulse flashover voltage is not less than $\frac{1}{1-1.3\sigma} = 1.085$ times the specified switching impulse withstand voltage where σ is the standard deviation assumed equal to 6%.

21.2 Withstand procedure

Some difficulties may sometimes occur in applying the 50% flashover procedure because, for example, many flashovers appear elsewhere than on the insulator string or because of the need for an excessively high test voltage due to overdimensioning of the insulator string. If such difficulties occur, by agreement the following withstand procedure may be adopted:

The withstand test shall be performed at the specified switching impulse voltage obtained by applying the corrections for atmospheric conditions (see Clause 15). Fifteen impulses shall be applied to the insulator string under test. If the number of flashovers on the external insulation does not exceed two, the insulator string is deemed to comply with this standard.

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.

22. Wet power-frequency test

The insulator shall be tested under the conditions prescribed in Clauses 17, 18 and 19.

The characteristics of the artificial rain shall be in accordance with the requirements in Clause 13.

The test voltage to be applied to the insulator shall be the specified wet power-frequency withstand voltage adjusted for atmospheric conditions at the time of the test (see Clause 15).

A voltage of about 75% of the test voltage so determined shall be applied and then increased gradually with a rate of rise of about 2% of this voltage per second. The test voltage shall be maintained at this value for 1 min.

No flashover or puncture shall occur during the test.

A titre d'information, et sur demande spéciale, on peut également déterminer la tension de contournement sous pluie de l'isolateur en augmentant progressivement la tension à partir d'environ 75% de la tension de tenue à fréquence industrielle sous pluie 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 qui doit être notée est cette moyenne corrigée en fonction des conditions atmosphériques (voir l'article 15).

SECTION QUATRE — ESSAIS DU DEUXIÈME GROUPE (ESSAIS SUR PRÉLÈVEMENTS)

23. Règles générales pour les essais du deuxième groupe

Le nombre p d'isolateurs prélevés pour ces essais doit être le nombre entier immédiatement supérieur à celui donné par les formules suivantes (n étant le nombre d'isolateurs du lot):

— si $n < 500$, p dépend d'un accord entre les parties,

— si $500 \leq n \leq 20\,000$, $p = 4 + \frac{1,5\,n}{1\,000}$,

— si $n > 20\,000$, $p = 19 + \frac{0,75\,n}{1\,000}$.

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

Les isolateurs prélevés, après avoir subi avec succès les essais du troisième groupe (voir l'article 33), doivent être soumis aux essais suivants dans l'ordre indiqué:

1. Vérification des dimensions (voir l'article 24).
2. Essai de résistance aux variations brusques de température (voir l'article 25).
3. Essai de rupture électromécanique (seulement sur les éléments de chaîne de la classe B) (voir l'article 26).
4. Essai de rupture mécanique (sur les éléments de chaîne de la classe A et ceux de la classe B auxquels l'essai de rupture électromécanique [voir l'article 26] n'a pas à être appliqué, et sur les isolateurs du type rigide) (voir l'article 27).
5. Essai de choc thermique (seulement sur les isolateurs en verre trempé) (voir l'article 28).
6. Essai de tenue à la perforation (seulement sur les isolateurs de la classe B) (voir l'article 29).
7. Vérification de l'absence de porosité (seulement sur les isolateurs en matière céramique) (voir l'article 30).
8. Vérification de la qualité de la galvanisation (voir l'article 31).

L'ensemble des isolateurs prélevés doit être divisé autant que possible en trois parties égales.

Le tableau ci-après indique les essais applicables à chaque partie et l'ordre dans lequel ils doivent être effectués.

	Eléments de chaîne		Isolateurs type rigide	
	Classe A	Classe B	Classe A	Classe B
1 ^{re} et 2 ^e parties	1, 2, 4, 7 *	1, 2, 3 ou 4, 7 *	1, 2, 4, 7 *	1, 2, 4, 7 *
3 ^e partie	1, 2, 5 **, 8	1, 2, 5 **, 6, 8	1, 2, 5 **, 8	1, 2, 5 **, 6, 8

* Seulement pour des isolateurs en matière céramique.

** Seulement pour des isolateurs en verre trempé.

To provide information when specially requested, the wet flashover voltage of the insulator may be determined by increasing the voltage gradually from about 75% of the wet power-frequency 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 Clause 15) shall be recorded.

SECTION FOUR — TESTS IN GROUP II (SAMPLE TESTS)

23. General rules for tests in Group II

The number of insulators for these tests shall be p , or the nearest whole number greater than p given by the following formulae (n being the number of insulators in the batch):

- p subject to agreement when $n < 500$,
- $p = 4 + \frac{1.5 n}{1\,000}$ when $500 \leq n \leq 20\,000$,
- $p = 19 + \frac{0.75 n}{1\,000}$ when $n > 20\,000$.

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

The insulators selected, after having withstood the tests in Group III (see Clause 33), shall be subjected to the following tests in the order indicated:

1. Verification of dimensions (see Clause 24).
2. Temperature cycle test (see Clause 25).
3. Electro-mechanical failing load test (on type B string insulator units only) (see Clause 26).
4. Mechanical failing load test (on type A string insulator units and those of type B to which the electro-mechanical failing load [see Clause 26] is not applicable and rigid insulators) (see Clause 27).
5. Thermal shock test (on toughened glass insulators only) (see Clause 28).
6. Puncture test (on type B insulators only) (see Clause 29).
7. Porosity test (on ceramic insulators only) (see Clause 30).
8. Galvanizing test (see Clause 31).

The group of selected samples shall be divided, as nearly as possible, into three equal parts and subjected to the applicable tests in the following order:

	String insulator units		Rigid insulators	
	Type A	Type B	Type A	Type B
1st and 2nd parts	1, 2, 4, 7 *	1, 2, 3 or 4, 7 *	1, 2, 4, 7 *	1, 2, 4, 7 *
3rd part	1, 2, 5 **, 8	1, 2, 5 **, 6, 8	1, 2, 5 **, 8	1, 2, 5 **, 6, 8

* For ceramic insulators only.

** For toughened glass insulators only.

Si un isolateur n'est pas conforme à l'un des essais du deuxième groupe (essais sur prélèvements), une contre-épreuve suivant l'article 32 pourra être effectuée.

Les isolateurs qui ont été soumis aux essais du deuxième groupe ne doivent pas être utilisés en service.

Note. — Une nouvelle méthode de prélèvement et de contrôle basée sur les principes de contrôle statistique et applicable aux essais 3 et 4 fera l'objet d'un futur rapport de la CEI.

24. 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 Publication 305 de la CEI) et les détails assurant l'interchangeabilité (par exemple les dimensions des rotules et logements de rotule qui font l'objet de la Publication 120 de la CEI: Recommandations pour les assemblages à rotule et logements de rotule des éléments de chaînes d'isolateurs).

Sauf spécification contraire, des tolérances de:

$\pm (0,04 d + 1,5)$ mm pour $d \leq 300$ mm

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

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

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

25. Essai de résistance aux variations brusques de température

25.1 Essai applicable aux éléments de chaîne ou isolateurs du type rigide en matière céramique ou en verre trempé

Les isolateurs en matière céramique ou en verre trempé, 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 °C à celle du bain d'eau froide qui sera 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 (m étant la masse de l'isolateur en kilogrammes) pour les isolateurs de la classe A;

— $T = 15$ min pour les isolateurs de la classe B.

Ils sont alors retirés puis plongés rapidement et complètement, sans l'intermédiaire d'aucun récipient, dans un bain d'eau froide où ils restent 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 jamais dépasser 30 s.

Les conditions d'acceptation sont indiquées au paragraphe 25.5.

25.2 Essai applicable aux éléments de chaîne ou isolateurs du type rigide en verre recuit

Les isolateurs 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

In the event of an insulator failing to pass one of the tests in Group II (sample tests), re-testing in accordance with Clause 32 is allowed.

Insulators which have been subjected to tests in Group II shall not be used in service.

Note. — A new method for selection and testing based on statistical methods applicable to tests No. 3 and No. 4 will be published as an IEC report.

24. Verification of dimensions

The dimensions of the test 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 the IEC Publication 305) and details affecting interchangeability (e.g. ball and socket dimensions which form the subject of IEC Publication 120, Recommendations for Ball and Socket Couplings of String Insulator Units).

Unless otherwise agreed, a tolerance of:

$\pm (0.04 d + 1.5)$ mm when $d \leq 300$ mm

$\pm (0.025 d + 6)$ mm when $d > 300$ mm

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

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

25. Temperature cycle test

25.1 *Test applicable to string insulator units or rigid insulators composed of ceramic materials or toughened glass*

Insulators of ceramic materials or toughened glass 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 °C 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 (m is the mass of the insulator in kilograms) for type A insulators;

— $T = 15$ min for type B insulators.

They shall then 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 performed three times in succession. The time taken to transfer from either bath to the other shall be as short as possible and never exceed 30 s.

The acceptance conditions are indicated in Sub-clause 25.5.

25.2 *Test applicable to string insulator units and rigid insulators composed of annealed glass*

Insulators 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

supérieure de t °C à celle de la pluie artificielle qui sera utilisée pour la suite des essais. Les isolateurs restent immergés pendant 15 min dans ce bain. Les isolateurs sont ensuite retirés et aussitôt exposés pendant 15 min à une pluie artificielle dont la seule caractéristique imposée est l'intensité de 3 mm/min.

Cette alternance de chaud et de froid doit être exécutée trois fois de suite. La durée de passage du bain chaud à la pluie, ou inversement, ne doit pas dépasser 30 s.

La résistance du verre recuit aux variations de température dépend de plusieurs facteurs, l'un des plus importants étant sa composition. La température t doit être par conséquent déterminée par accord entre le fabricant et l'acheteur.

Les conditions d'acceptation sont indiquées au paragraphe 25.5.

25.3 Essai spécial pour les très grands isolateurs

Pour des isolateurs du type rigide ou des éléments de chaîne de très grandes dimensions, les essais décrits aux paragraphes 25.1 et 25.2 ci-dessus peuvent être trop sévères. Un essai de sévérité réduite peut alors leur être appliqué après accord entre le fabricant et l'acheteur, un écart de température de 50 °C 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:

$L > 1\,200$ mm L = longueur de l'isolateur.

$D^2 L > 80 \times 10^6$ mm³ D = le plus grand diamètre extérieur.

$\varnothing > 25$ mm $\varnothing$ = 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 4, page 59).

$d > 90$ mm d = diamètre du fût pour les isolateurs à fût massif.

25.4 Spécifications complémentaires

- Pour les types d'isolateurs 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 ± 5 °C.
- L'interdiction d'utiliser un récipient intermédiaire n'exclut pas la possibilité d'utiliser un panier grillagé ayant un coefficient thermique faible et laissant pénétrer l'eau facilement.

25.5 Conditions d'acceptation

Après le troisième cycle, les isolateurs doivent être examinés pour vérifier qu'ils ne sont pas fendus. Les isolateurs sont ensuite soumis à l'essai mécanique dans les conditions prescrites à l'article 35 pour les isolateurs de la classe A ou pendant 1 min à l'essai à fréquence industrielle prévu à l'article 36 pour les isolateurs de la classe B en matière céramique ou en verre recuit.

Les isolateurs doivent résister à cet essai sans fente, perforation, ni rupture mécanique.

26. Essai de rupture électromécanique (seulement sur les éléments de chaîne de la classe B)

Cet essai doit être appliqué aux éléments de chaîne pour lesquels une décharge électrique permettra de déceler un défaut mécanique de la partie isolante. Dans les autres cas, par exemple éléments de chaîne en verre trempé, les isolateurs doivent être soumis à l'essai de rupture mécanique (article 27).

Les éléments de chaîne doivent être soumis individuellement à une tension à fréquence industrielle et à une charge de traction, appliquées simultanément entre les parties métalliques.

t °C higher than that of the artificial rain which is used later in the test and left submerged for a period of 15 min in this bath. They shall then be withdrawn and quickly exposed for 15 min to artificial rain of intensity 3 mm/min without other specified characteristics.

The heating and cooling cycle shall be performed three times in succession. The time taken to transfer from the hot bath to the rain or inversely shall not exceed 30 s.

The ability of annealed glass to withstand a change of temperature is dependent on a number of factors, one of the most important being its composition. Therefore, the temperature t shall be determined by agreement between the manufacturer and the purchaser.

The acceptance conditions are indicated in Sub-clause 25.5.

25.3 *Special test for very large insulators*

For very large rigid insulators or string insulator units, the tests described in Sub-clauses 25.1 and 25.2 above may be too severe and a test of reduced severity may then be applied by agreement between the manufacturer and the purchaser: 50 °C 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:

$L > 1\,200\text{ mm}$ L = length of insulator.

$D^2L > 80 \times 10^6\text{ mm}^3$ D = greatest external diameter.

$\varnothing > 25\text{ mm}$ $\varnothing$ = 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 4, page 59).

$d > 90\text{ mm}$ d = core diameter for solid core insulators.

25.4 *Complementary specifications*

- a) For the above types of insulators, 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 $\pm 5\text{ °C}$ 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.

25.5 *Acceptance conditions*

On completion of the third cycle, the insulators shall be examined to verify that they have not cracked. The insulators shall then be subjected to the mechanical test prescribed in Clause 35 for type A insulators or for 1 min to the power-frequency test prescribed in Clause 36 for type B insulators made from ceramic materials or annealed glass.

The insulators shall withstand this test without cracking or puncture or mechanical breakage.

26. **Electro-mechanical failing load test (on type B string insulator units only)**

This test shall be applied to string insulator units of such types that electrical discharge will serve to indicate mechanical failure of the insulating part. For other types — for instance, string insulator units made from toughened glass — the insulators shall be submitted to the mechanical failing load test (Clause 27).

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

En ce qui concerne leurs principales dimensions, les pièces d'accrochage de la machine d'essai doivent être conformes à la Publication 120 de la CEI pour les isolateurs à rotule et à logements de rotule, et à la Publication 471 de la CEI: Dimensions des assemblages à chape et tenon des éléments de chaînes d'isolateurs, pour les isolateurs à chape et tenon.

La tension doit être égale à la tension de tenue spécifiée à fréquence industrielle sous pluie de l'élément de chaîne et doit être maintenue à cette valeur pendant toute la durée de l'essai.

La charge de traction doit être augmentée progressivement à partir d'une valeur égale à 75% de la charge de rupture électromécanique spécifiée jusqu'à ce que la charge de rupture électromécanique spécifiée soit atteinte.

L'isolateur subit l'essai avec succès si la charge de rupture électromécanique spécifiée est atteinte sans perforation ni rupture mécanique.

A titre d'information et sur demande spéciale, la charge peut être augmentée jusqu'à ce que la charge de rupture telle qu'elle est définie au paragraphe 3.12 soit atteinte. Cette valeur est notée.

Note. — A titre indicatif, une vitesse d'accroissement de la charge de traction comprise entre 35% et 100% de la charge de rupture électromécanique spécifiée par minute est considérée comme satisfaisante.

27. Essai de rupture mécanique

27.1 *Éléments de chaîne (classe A et ceux de la classe B auxquels l'essai de rupture électromécanique [article 26] n'est pas applicable)*

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

En ce qui concerne leurs principales dimensions, les pièces d'accrochage de la machine d'essai doivent être conformes à la Publication 120 de la CEI pour les isolateurs à rotule et à logements de rotule, et à la Publication 471 de la CEI pour les isolateurs à chape et tenon.

La charge doit être augmentée progressivement à partir d'une valeur égale à 75% de la charge de rupture mécanique spécifiée jusqu'à ce que la charge de rupture mécanique spécifiée soit atteinte.

L'isolateur subit l'essai avec succès si la charge de rupture mécanique spécifiée est atteinte.

A titre d'information, et sur demande spéciale, la charge peut être augmentée jusqu'à ce que la charge de rupture telle qu'elle est définie au paragraphe 3.15 soit atteinte. Cette valeur est notée.

27.2 *Isolateurs du type rigide*

Les isolateurs rigides à tige doivent être montés sur une tige fixée rigidement et capable de résister sans déformation sensible aux charges auxquelles elle pourra être soumise pendant la durée de l'essai.

Les isolateurs rigides à socle équipés de ferrures scellées doivent être essayés avec ces ferrures.

L'isolateur doit être soumis à une charge égale à 75% de la charge de rupture mécanique spécifiée, appliquée perpendiculairement à l'axe de l'isolateur et dans le plan de la gorge latérale, au moyen d'une élingue entourant cette gorge. L'élingue doit être disposée de façon à éviter des contraintes localisées dans la gorge latérale de l'isolateur. Si l'isolateur est équipé d'un dispositif de serrage du conducteur, la charge doit être appliquée à ce dispositif.

As regards their essential dimensions, the coupling pieces of the testing machine shall be in accordance with IEC Publication 120 for insulators with ball and socket couplings and IEC Publication 471, Dimensions of Clevis and Tongue Coupling of String Insulator Units, for insulators with clevis and tongue.

The voltage shall be equal to the specified wet power-frequency withstand voltage of the string insulator unit, and it shall be maintained at this value throughout the test.

The tensile load shall be gradually increased from a value of 75% of the specified electro-mechanical failing load until the specified electro-mechanical failing load is reached.

The insulator passes the test if the specified electro-mechanical failing load is reached without puncture or mechanical damage.

To provide information when specially requested, the load may be increased until the failing load as defined in Sub-clause 3.12 is reached and the value recorded.

Note. — For guidance, a rate of increase of the tensile load between 35% and 100% of the specified electro-mechanical failing load per minute is considered to be satisfactory.

27. Mechanical failing load test

27.1 *String insulator units (type A and those of type B to which the electro-mechanical failing load test [Clause 26] is not applicable)*

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

As regards their essential dimensions, the coupling pieces of the testing machine shall be in accordance with IEC Publication 120 for insulators with ball and socket couplings, and IEC Publication 471 for insulators with clevis and tongue.

The load shall be gradually increased from a value of 75% of the specified mechanical failing load until the specified mechanical failing load is reached.

The insulator passes the test if the specified mechanical failing load is reached.

To provide information when specially requested, the load may be increased until the failing load as defined in Sub-clause 3.15 is reached and the value recorded.

27.2 *Rigid insulators*

Pin insulators shall be mounted on a rigidly fixed pin capable of withstanding without appreciable deformation the loads to which it will be subjected during the test.

Line post insulators provided with integral metal fittings for mounting shall be mounted for tests using these fittings.

The insulator shall be subjected to a load equal to 75% of the specified mechanical failing load applied perpendicularly to the axis of the insulator in the plane of the side groove by means of a wire rope encircling the side groove. The wire rope shall be placed such that localized stresses in the side groove of the insulator are avoided. If the insulator is provided with means of clamping the conductor, the load shall be applied to this clamp.

La charge doit être augmentée progressivement jusqu'à ce qu'elle atteigne la charge de rupture mécanique spécifiée.

L'isolateur subit l'essai avec succès si la charge de rupture mécanique est atteinte.

A titre d'information, et sur demande spéciale, la charge peut être augmentée jusqu'à ce que la charge de rupture telle qu'elle est définie au paragraphe 3.15 soit atteinte. Cette valeur est notée.

Notes 1. — D'autres essais peuvent être faits dans des conditions se rapprochant des conditions réelles de service. Leurs modalités seront arrêtées, par cas d'espèce, d'un commun accord entre le fabricant et l'acheteur, en réalisant, par exemple, une fixation de la tige dans l'isolateur identique à celle utilisée en service.

2. — A titre indicatif, une vitesse d'accroissement de la charge de traction ou de flexion comprise entre 35% et 100% de la charge de rupture mécanique spécifiée par minute est considérée comme satisfaisante.

28. Essai de choc thermique (seulement pour les isolateurs en verre trempé et après accord entre le fabricant et l'acheteur)

Les éléments de chaîne et les isolateurs du type rigide en verre trempé 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 °C supérieure à celle de l'eau.

Les isolateurs doivent rester dans l'eau pendant au moins 2 min. Les isolateurs doivent résister à cet essai sans rupture du verre.

29. Essai de tenue à la perforation (seulement pour les isolateurs de la classe B)

L'essai de tenue à la perforation peut être soit un essai à fréquence industrielle, soit, après accord entre le fabricant et l'acheteur, un essai de surtension au choc.

29.1 Essai de tenue à la perforation à fréquence industrielle

Les isolateurs, après avoir été nettoyés et séchés, doivent être plongés entièrement dans une cuve contenant un diélectrique capable d'empêcher des décharges superficielles sur les isolateurs. Si la cuve est en métal, ses dimensions doivent être telles que la plus courte distance d'un point de l'isolateur aux parois de la cuve soit au moins égale à 1,5 fois le diamètre de la plus grande ailette de l'isolateur. La température du diélectrique doit être voisine de la température ambiante.

La tension d'essai est appliquée entre les parties normalement soumises à la tension de service. Pendant l'immersion dans le diélectrique, on doit éviter la formation de poches d'air sous les ailettes de l'isolateur.

La tension d'essai doit être augmentée aussi rapidement que le permet la lecture sur l'instrument de mesure jusqu'à la tension de perforation spécifiée. Aucune perforation ne doit se produire au-dessous de la valeur de la tension de perforation spécifiée.

A titre d'information, et sur demande particulière, la tension peut être augmentée jusqu'à la perforation dont la valeur est notée.

Note. — Il n'est pas possible de définir exactement les propriétés du diélectrique, mais il est souhaitable qu'il soit légèrement conducteur (résistivité de l'ordre de $10^6 \Omega \cdot m$ à $10^8 \Omega \cdot m$).

29.2 Essai de surtension au choc

Lorsque cet essai est demandé, les modalités d'exécution doivent être fixées d'un commun accord entre le fabricant et l'acheteur.

The load shall be gradually increased until the specified mechanical failing load is reached.

The insulator passes the test if the specified mechanical failing load is reached.

To provide information when specially requested, the load may be increased until the failing load as defined in Sub-clause 3.15 is reached and the value recorded.

Notes 1. — Other tests may be carried out under conditions reproducing service conditions as closely as possible, for example by adopting the same method for fixing the pin into the insulator as will be used in service. The details shall be agreed, in each case, between the manufacturer and the purchaser.

2. — For guidance, a rate of increase of the tensile or cantilever loads between 35% and 100% of the specified mechanical failing load per minute is considered as satisfactory.

28. Thermal shock test (for toughened glass insulators only and by mutual agreement between the manufacturer and the purchaser)

String insulator units and rigid insulators in toughened glass shall be quickly and completely immersed in water at a temperature not exceeding 50 °C, the insulators having been heated by hot air or other suitable means to a uniform temperature at least 100 °C higher than that of the water.

The insulators shall remain in the water for at least 2 min. The insulators shall withstand this test without breakage of the glass.

29. Puncture test (for type B insulators only)

The puncture test may be either a power-frequency puncture test or, by agreement between the manufacturer and the purchaser, an impulse overvoltage test.

29.1 Power-frequency puncture test

The insulators, after having been cleaned and dried, shall be completely immersed in a tank containing a suitable insulating medium to prevent surface discharges on them. If the tank is made of metal, its dimensions shall be such that the shortest distance between any part of the insulator and the side of the tank is not less than 1.5 times the diameter of the largest insulator shed. The insulating medium shall be at about room temperature.

The test voltage shall be applied between those parts which normally have the operating voltage between them. During immersion in the insulating medium, precautions shall be taken to avoid air pockets under the sheds of the insulator.

The test voltage shall be raised as rapidly as is consistent with its value being indicated by the measuring instrument to the specified puncture voltage. No puncture shall occur below the specified puncture voltage.

To provide information when specially requested, the voltage may then be raised until puncture occurs and the puncture voltage recorded.

Note. — It is not possible to define exactly the properties of the insulating medium, but one desirable property is a slight conductivity (resistivity of the order of $10^6 \Omega \cdot m$ to $10^8 \Omega \cdot m$).

29.2 Impulse overvoltage test

If the test is required, the details shall be agreed between the manufacturer and the purchaser.

30. Vérification de l'absence de porosité (seulement pour les isolateurs en céramique)

Des fragments de céramique provenant des isolateurs, ou après entente, des blocs témoins de même composition 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 15×10^6 N/m² 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 180×10^6 .

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

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

31. Vérification de la qualité de la galvanisation

Cette vérification comprend d'une part le contrôle de la continuité du revêtement de zinc (essai par immersion au sulfate de cuivre) et, d'autre part, le contrôle de la masse de zinc par unité de surface (essai par dissolution chimique).

Toutefois, ce dernier contrôle est facultatif et ne sera exécuté qu'après accord préalable entre le fabricant et l'acheteur.

31.1 Contrôle de la continuité du revêtement de zinc

Les parties métalliques galvanisées des isolateurs doivent être débarrassées de tout corps gras en les plongeant dans la benzine (C₆H₆) ou autre dissolvant approprié, essuyées avec un chiffon doux et propre, plongées dans une solution à 2% d'acide sulfurique pendant une durée de 15 s, ensuite soigneusement rincées à l'eau courante et finalement essuyées de nouveau avec un chiffon doux et propre.

Chacune de ces pièces métalliques est ensuite immergée à n reprises différentes, pendant 1 min, dans une solution neutre et filtrée de sulfate de cuivre ayant une masse volumique de $1,170 \pm 0,010$ g/cm³ à 20 °C. Toutes précautions doivent être prises pour que, pendant l'essai, la température de la solution de sulfate de cuivre ne diminue pas au-dessous de 18 °C et n'augmente pas au-delà de 22 °C, et que ni les éprouvettes ni la solution ne soient agitées.

La solution de sulfate de cuivre est obtenue en dissolvant environ 35 g de sulfate de cuivre cristallisé (CuSO₄·5H₂O) dans 100 ml d'eau distillée. La neutralisation de cette solution est assurée par addition d'environ 1 g de carbonate de cuivre, d'hydroxyde de cuivre ou d'oxyde de cuivre noir par litre de solution.

Le volume de la solution doit être au moins de 6 ml par centimètre carré de surface galvanisée.

La plus faible distance entre une partie quelconque de l'éprouvette et les parois du récipient ne doit pas être inférieure à 25 mm.

Après chaque immersion dans la solution de sulfate de cuivre, les ferrures doivent être lavées, brossées à l'eau courante, puis soigneusement essuyées et séchées et, à l'exception de la fin de la dernière immersion, immédiatement replongées dans la solution.

Après la n -ième immersion, aucun dépôt adhérent de cuivre rouge saumon ou de cuivre métallique résistant au brossage sous l'eau courante ne doit apparaître sur la matière de base de la ferrure. Toutefois, on ne tiendra pas compte des dépôts qui peuvent se produire sur les arêtes des filetages, sur les angles vifs des pièces, ou sur les parties de pièces qui ont été meulées ou qui sont situées à moins de 25 mm d'une partie préalablement coupée.

30. Porosity test (for ceramic insulators only)

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 $15 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ 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 180×10^6 .

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

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.

31. Galvanizing test

This test comprises firstly verification of the continuity of the zinc coating (test by immersion in copper sulphate) and secondly verification of the mass of zinc per unit area (test by chemical dissolution).

This second test is optional and shall be carried out only if so agreed by the manufacturer and the purchaser.

31.1 Test for continuity of the zinc coating

Galvanized metal fittings shall be cleaned of all grease by immersion in benzene (C_6H_6) or other suitable solvent, wiped with a clean soft cloth, immersed in a 2% solution of sulphuric acid for 15 s, carefully rinsed under running water and finally again wiped with a clean soft cloth.

Each of the metal parts shall be immersed for n separate dips each of 1 min duration in a neutral filtered solution of copper sulphate having a density of $1.170 \pm 0.010 \text{ g/cm}^3$ at 20°C . Precautions shall be taken during the test to ensure that the temperature of the copper sulphate solution does not fall below 18°C or rise above 22°C and that neither the test pieces nor the solution are agitated.

The solution of copper sulphate shall be prepared by dissolving about 35 g of crystallized copper sulphate ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) in 100 ml of distilled water. Neutralization of this solution shall be ensured by the addition of about 1 g of copper carbonate, copper hydroxide or black copper oxide per litre of solution.

The volume of the solution shall be at least 6 ml for each square centimetre of galvanized surface.

The least distance between any part of the test piece and the walls of the container shall be not less than 25 mm.

After each dip into the solution of copper sulphate, the fittings shall be carefully washed, brushed under running water, carefully wiped dry and, except after the final dip, immediately re-immersed in the solution.

After the n -th immersion, no adherent deposit of salmon red or metallic copper which cannot be brushed off under running water shall be apparent on the base metal of the fitting. Nevertheless, no account shall be taken of localized attacks which may appear on surface of threads, on sharp angles, or on parts that have been ground or are situated less than 25 mm from a previously cut part.