

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

RECOMMANDATION DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC RECOMMENDATION

Publication 274

Première édition — First edition

1968

**Essais des isolateurs en matière céramique ou en verre destinés aux
lignes aériennes de tension nominale supérieure à 1 000 V**

**Tests on insulators of ceramic material or glass for overhead lines
with a nominal voltage greater than 1 000 V**



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60274:1968

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

RECOMMANDATION DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC RECOMMENDATION

Publication 274

Première édition — First edition

1968

**Essais des isolateurs en matière céramique ou en verre destinés aux
lignes aériennes de tension nominale supérieure à 1 000 V**

**Tests on insulators of ceramic material or glass for overhead lines
with a nominal voltage greater than 1 000 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	4
PRÉFACE	4
Articles	
SECTION UN — GÉNÉRALITÉS	
1. Domaine d'application	6
2. Objet	6
3. Valeurs des tensions	6
4. Valeurs caractérisant un élément de chaîne ou un isolateur du type rigide	6
5. Valeurs caractérisant une chaîne d'isolateurs	8
6. Identification des isolateurs	8
SECTION DEUX — DÉFINITIONS	
7. Élément de chaîne	8
8. Chaîne d'isolateurs	10
9. Isolateur du type rigide	10
10. Classification	10
11. Lot	10
12. Contournement	10
13. Perforation	10
14. Tension de tenue au choc à sec	10
15. Tension de contournement à 50% au choc, à sec	12
16. Tension de tenue à fréquence industrielle à sec ou sous pluie	12
17. Tension de contournement à fréquence industrielle à sec ou sous pluie	12
18. Charge de rupture électromécanique	12
19. Charge de rupture mécanique	12
20. Tension de perforation	12
21. Ligne de fuite d'un isolateur	12
22. Caractéristique spécifiée	14
SECTION TROIS — RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES RELATIVES AUX ESSAIS	
23. Recommandations générales pour les essais à haute tension	14
24. Essais au choc	14
25. Essais à fréquence industrielle	14
26. Conditions atmosphériques normales	16
27. Facteurs de correction pour les conditions atmosphériques	16
28. Classification des essais	18
SECTION QUATRE — ESSAIS DU GROUPE I (ESSAIS DE TYPE)	
29. Généralités	20
30. Recommandations générales relatives aux essais du groupe I	20
31. Essai de tenue à la tension de choc	22
32. Essai de tenue sous tension à fréquence industrielle à sec	22
33. Essai de tenue sous tension à fréquence industrielle sous pluie	24
SECTION CINQ — ESSAIS DU GROUPE II (ESSAIS SUR PRÉLÈVEMENTS)	
34. Règles générales pour les essais du groupe II	26
35. Vérification des dimensions	28
36. Essai de résistance aux variations brusques de température	28
37. Essai de rupture électromagnétique	30
38. Essai de rupture mécanique	32
39. Essai de choc thermique	32
40. Essai de tenue à la perforation	32
41. Vérification de l'absence de porosité	34
42. Vérification de la qualité de la galvanisation	34
43. Contre-épreuve	38
SECTION SIX — ESSAIS DU GROUPE III (ESSAIS INDIVIDUELS)	
44. Généralités	40
45. Examen visuel	40
46. Essai mécanique individuel	42
47. Essai électrique individuel	42
48. Essai individuel de choc thermique	42
Figures	44

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
SECTION ONE — GENERAL	
1. Scope	7
2. Object	7
3. Values of voltages	7
4. Values which characterize a string insulator unit or a rigid insulator	7
5. Values which characterize an insulator string	9
6. Identification of the insulators	9
SECTION TWO — DEFINITIONS	
7. String insulator unit	9
8. Insulator string	11
9. Rigid insulator	11
10. Classification	11
11. Batch	11
12. Flashover	11
13. Puncture	11
14. Dry impulse withstand voltage	11
15. 50% dry impulse flashover voltage	13
16. Dry or wet power-frequency withstand voltage	13
17. Dry or wet power-frequency flashover voltage	13
18. Electromechanical failing load	13
19. Mechanical failing load	13
20. Puncture voltage	13
21. Creepage distance of an insulator	13
22. Specified characteristic	15
SECTION THREE — GENERAL RECOMMENDATIONS FOR TESTS	
23. General recommendations for high-voltage tests	15
24. Impulse voltage tests	15
25. Power-frequency voltage tests	15
26. Standard atmospheric conditions for tests	17
27. Correction of test voltages for atmospheric conditions	17
28. Classification of tests	19
SECTION FOUR — TESTS IN GROUP I (TYPE TESTS)	
29. General	21
30. General recommendations for tests in Group I	21
31. Impulse voltage withstand test	23
32. Dry power-frequency voltage withstand test	23
33. Wet power-frequency voltage withstand test	25
SECTION FIVE — TESTS IN GROUP II (SAMPLE TESTS)	
34. General rules for tests in Group II	27
35. Verification of dimensions	29
36. Temperature cycle test	29
37. Electromechanical failing load test	31
38. Mechanical failing load test	33
39. Thermal shock test	33
40. Puncture test	33
41. Porosity test	35
42. Galvanizing test	35
43. Re-test procedure	39
SECTION SIX — TEST IN GROUP III (ROUTINE TESTS)	
44. General	41
45. Visual examination	41
46. Mechanical routine test	43
47. Electrical routine test	43
48. Thermal shock routine test	43
Figures	45

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la C E I 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 cette unification internationale, la C E I exprime le vœu que tous les Comités nationaux ne possédant pas encore de règles nationales, lorsqu'ils préparent ces règles, prennent comme base fondamentale de ces règles les recommandations de la C E I dans la mesure où les conditions nationales le permettent.
- 4) On reconnaît qu'il est désirable que l'accord international sur ces questions soit suivi d'un effort pour harmoniser les règles nationales de normalisation avec ces recommandations dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Les Comités nationaux s'engagent à user de leur influence dans ce but.

PRÉFACE

La présente recommandation a été établie par le Comité d'Etudes N° 36 de la CEI: Isolateurs.

La présente recommandation remplace la Publication 75 (1955) de la CEI: Règles de la CEI pour les isolateurs en porcelaine pour lignes aériennes de tension nominale égale ou supérieure à 1 000 V, et la Publication 87 (1957) de la CEI: Règles de la CEI pour les isolateurs en verre pour lignes aériennes de tension nominale égale ou supérieure à 1 000 V.

Des projets ont été discutés lors des réunions tenues à Tokyo en 1965 et à Paris en 1966. Un projet fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en décembre 1966.

Les pays suivants ont voté explicitement en faveur de la publication:

Afrique du Sud	Iran
Allemagne	Israël
Australie	Italie
Autriche	Norvège
Belgique	Pologne
Canada	Roumanie
Danemark	Royaume-Uni
Etats-Unis d'Amérique	Suisse
Finlande	Turquie
France	Union des Républiques Socialistes Soviétiques

Le Comité national suédois a voté contre l'approbation de cette recommandation, principalement en raison du fait que les articles 37 et 38 relatifs aux essais de rupture électromécanique et mécanique ne spécifient pas le taux d'accroissement de la charge mécanique.

L'attention est attirée sur le fait que, lors de la réunion tenue à Venise en 1963, il a été décidé que les recommandations concernant les « Essais des isolateurs à fût massif pour les lignes aériennes de traction électrique de tension nominale supérieure à 1 000 V » (Publication 213 de la CEI) seraient unifiées avec le texte général des recommandations relatives aux isolateurs pour lignes aériennes.

Lors de la réunion tenue à Prague en 1967, le Sous-Comité 36 B: Isolateurs pour lignes aériennes, qui avait poursuivi l'étude commencée par le Comité d'Etudes N° 36, a décidé de demander la publication immédiate de la présente recommandation, et de constituer un Groupe de Travail pour l'unification de la présente recommandation et de la Publication 213 de la CEI.

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 I E C 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 this international unification, the I E C expresses the wish that all National Committees having as yet no national rules, when preparing such rules, should use the I E C recommendations as the fundamental basis for these rules in so far as national conditions will permit.
- 4) The desirability is recognized of extending international agreement on these matters through an endeavour to harmonize national standardization rules with these recommendations in so far as national conditions will permit. The National Committees pledge their influence towards that end.

PREFACE

This Recommendation has been prepared by IEC Technical Committee No. 36, Insulators.

This Recommendation replaces IEC Publication 75 (1955), IEC Specification for Porcelain Insulators for Overhead Lines with a Nominal Voltage of 1 000 V and upwards, and IEC Publication 87 (1957), IEC Specification for Glass Insulators for Overhead Lines with a Nominal Voltage of 1 000 V and upwards.

Drafts were discussed at the meetings held in Tokyo in 1965 and in Paris in 1966. A draft was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in December 1966.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	Italy
Austria	Norway
Belgium	Poland
Canada	Romania
Denmark	South Africa
Finland	Switzerland
France	Turkey
Germany	Union of Soviet Socialist Republics
Iran	United Kingdom
Israel	United States of America

The Swedish National Committee voted against the publication mainly because the rate of load increment in the electromechanical and mechanical failing load tests (Clauses 37 and 38) is not specified.

Attention is drawn to the fact that, during the meeting held in Venice in 1963, it was decided that the recommendations on "Tests on Solid-core Insulators for Overhead Traction Lines with a Voltage Greater than 1 000 V" (IEC Publication 213) would be unified with the general text of the recommendations dealing with insulators for overhead lines.

During the meeting held in Prague in 1967, Sub-Committee 36B, Insulators for Overhead Lines, which continued the work started by Technical Committee No. 36, decided to ask for immediate publication of this Recommendation, and to set up a Working Group for the unification of this Recommendation with IEC Publication 213.

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

SECTION UN — GÉNÉRALITÉS

1. Domaine d'application

La présente recommandation est applicable aux isolateurs en matière céramique ou en verre destinés aux lignes aériennes fonctionnant en courant alternatif à une tension nominale supérieure à 1 000 V et à fréquence au plus égale à 100 Hz.

Notes 1. — La recommandation est applicable aux éléments de chaînes, aux chaînes constituées par un seul élément ou par un assemblage d'un certain nombre de ces éléments, et aux isolateurs du type rigide pour lignes aériennes. La recommandation est applicable aux isolateurs du même type utilisés dans les sous-stations. Elle n'est pas applicable aux isolateurs utilisés pour l'appareillage électrique ou aux éléments employés dans leur construction.

2. — La recommandation est applicable aux isolateurs destinés aux lignes aériennes fonctionnant en courant alternatif, et peut être considérée comme recommandation provisoire pour les isolateurs destinés aux lignes aériennes fonctionnant en courant continu.

2. Objet

La présente recommandation a pour objet:

- de définir les termes employés dans la recommandation;
- 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'essai;
- de fixer les conditions d'acceptation d'une fourniture.

La recommandation ne donne pas de valeurs numériques pour les caractéristiques des isolateurs, et ne contient pas de prescriptions relatives au choix des isolateurs en fonction des conditions spécifiques de service.

3. Valeurs des tensions

En accord avec la Publication 60 de la CEI: Essais à haute tension, les tensions à fréquence industrielle doivent être exprimées par leurs valeurs de crête divisées par $\sqrt{2}$ et les tensions de choc par leurs valeurs de crête.

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

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

- a) la tension de tenue spécifiée au choc à sec;
- b) la tension de tenue spécifiée une minute à fréquence industrielle à sec;
- c) la tension de tenue spécifiée à fréquence industrielle sous pluie;

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 Recommendation applies to insulators of ceramic material or glass for a.c. overhead lines with a nominal voltage greater than 1 000 V and a frequency not greater than 100 Hz.

Notes 1. — The Recommendation applies to string insulator units, to insulator strings consisting of one-string insulator unit or an assembly of such units, and to rigid overhead line insulators. The Recommendation applies to insulators of the same type when used in sub-stations. It does not apply to insulators forming part of electrical apparatus or to parts used in their construction.

2. — The Recommendation applies to insulators for use on a.c. overhead lines and may be regarded as a provisional recommendation for insulators for use on d.c. overhead lines.

2. Object

The objects of this Recommendation are:

- to define the terms used in the Recommendation;
- 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.

The Recommendation does not give the numerical values of insulator characteristics, neither does it deal with the choice of insulators for specific service conditions.

3. Values of voltages

In accordance with IEC Publication 60, High-voltage Test Techniques, power-frequency voltages shall be expressed as peak values divided by $\sqrt{2}$. Impulse voltages shall be expressed as peak values.

4. 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 impulse withstand voltage;
- b) the specified dry one-minute power-frequency withstand voltage;
- c) the specified wet power-frequency withstand voltage;

- d) la charge de rupture électromécanique spécifiée (seulement pour les éléments de chaîne de la classe B);
- e) la charge de rupture mécanique spécifiée (seulement pour les éléments de chaîne de la classe A et pour ceux de la classe B auxquels l'essai de rupture électromécanique ne peut être appliqué, et pour les isolateurs du type rigide);
- f) la tension de perforation spécifiée (seulement pour les isolateurs de la classe B);
- g) les dimensions caractéristiques spécifiées, y compris la ligne de fuite.

Note. — Sur demande, il sera fourni un dessin de type des isolateurs.

Les caractéristiques *a)*, *b)* et *c)* dépendent de la méthode d'essai et les tensions spécifiées doivent donc se rapporter à l'une ou à l'autre des méthodes définies dans la Publication 60 de la CEI. L'essentiel de ces méthodes est rappelé aux articles 26 et 33 de la présente recommandation. La méthode utilisée doit être indiquée.

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

5. Valeurs caractérisant une chaîne d'isolateurs

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

- a) la tension de tenue spécifiée au choc à sec;
- b) la tension de tenue spécifiée une minute à fréquence industrielle à sec;
- c) la tension de tenue spécifiée à fréquence industrielle sous pluie.

Les caractéristiques *a)*, *b)* et *c)* dépendent de la méthode d'essai, et les tensions spécifiées doivent donc se rapporter à l'une ou l'autre des méthodes définies dans la Publication 60 de la CEI. L'essentiel de ces méthodes est rappelé aux articles 26 et 33 de la présente recommandation. La méthode utilisée doit être indiquée.

Note. — La tension de service ne doit pas être considérée comme une caractéristique d'une chaîne d'isolateurs.

6. 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 4. Ces inscriptions ou marques doivent être lisibles et indélébiles.

SECTION DEUX — DÉFINITIONS

7. Élément de chaîne

Un élément de chaîne est un isolateur constitué par un matériau isolant équipé des pièces métalliques de liaison nécessaires pour le relier de façon flexible à d'autres éléments de chaîne.

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 chape et tenon comprend l'axe et les autres pièces nécessaires à l'assemblage.

- d) the specified electromechanical failing load (for string insulator units Type B only);
- e) the specified mechanical failing load (for string insulator units Type A and those of type B to which the electromechanical failing load test is not applicable, and for rigid insulators only);
- f) the specified puncture voltage (for insulators Type B only);
- g) the specified significant dimensions including the creepage distance.

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

Characteristics *a)*, *b)* and *c)* depend on the testing practice and the specified voltages should therefore be related to one or other of the practices defined in IEC Publication 60 of which the essential details are given in Clauses 26 and 33 of this Recommendation. It shall be stated which of the practices apply.

Note. — Service voltage is not to be considered as a characteristic of a string insulator unit or a rigid insulator.

5. Values which characterize an insulator string

An insulator string consisting of one or more string insulator units is characterized, in addition to the values which characterize the units, by the following values:

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

Characteristics *a)*, *b)* and *c)* depend on the testing practice and the specified voltages should therefore be related to one or other of the practices defined in IEC Publication 60, of which the essential details are given in Clauses 26 and 33 of this Recommendation. It shall be stated which of the practices apply.

Note. — Service voltage is not to be considered as a characteristic of an insulator string.

6. 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 electromechanical or mechanical failing load as applicable according to Clause 4. These markings shall be legible and indelible.

SECTION TWO — DEFINITIONS

7. String insulator unit

A string insulator unit is an insulator consisting of insulating material with the necessary inter-connecting 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 coupling it includes the pin and other parts necessary for the coupling.

8. Chaîne d'isolateurs

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

9. Isolateur du type rigide

Un isolateur du type rigide est destiné à supporter de façon rigide les conducteurs d'une ligne aérienne, et est principalement soumis à des efforts de flexion et de compression.

10. Classification

Selon leur forme, les isolateurs de lignes aériennes sont divisés en deux classes :

Classe A : Elle 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.

Classe B : Elle 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 recommandation sont :

- soit en verre recuit ;
- soit en verre trempé

11. Lot

Un lot d'isolateurs est la 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 fourniture.

12. Contournement

Un contournement consiste en une décharge disruptive (voir Publication 60 de la CEI) extérieure à l'isolateur se produisant entre les parties qui sont normalement soumises à la tension de service.

13. Perforation

Une perforation consiste en une décharge disruptive (voir Publication 60 de la CEI) 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 ne doit pas être considéré comme une perforation.

14. Tension de tenue au choc à sec

La tension de tenue au choc à sec est la valeur spécifiée de tension de choc qui, appliquée à l'isolateur dans les conditions prescrites à l'article 31, ne doit provoquer ni contournement, ni perforation.

8. Insulator string

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

9. 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.

10. 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 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 path through air outside the insulator.

Insulator glasses referred to in this Recommendation are:

- either annealed glass;
- or toughened glass.

11. Batch

A batch of insulators is 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.

12. Flashover

Flashover is a disruptive discharge (see IEC Publication 60) external to the insulator, connecting those parts which normally have the operating voltages between them.

13. Puncture

Puncture is a disruptive discharge (see IEC Publication 60) passing through the solid insulating parts 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 shall not be considered a puncture.

14. Dry impulse withstand voltage

The dry impulse withstand voltage is the specified impulse voltage which the insulator shall withstand, under the conditions prescribed in Clause 31, without flashover or puncture.

15. Tension de contournement à 50% au choc, à sec

La tension de contournement à 50 % au choc à sec est la tension de choc qui, appliquée dans les conditions prescrites à l'article 31, a une probabilité de 50 % de provoquer un contournement de l'isolateur.

16. Tension de tenue à fréquence industrielle à sec ou sous pluie

La tension de tenue à fréquence industrielle à sec ou sous pluie est la valeur spécifiée de tension à fréquence industrielle qui, appliquée à l'isolateur, à sec ou sous pluie, dans les conditions prescrites aux articles 32 ou 33, pendant la durée spécifiée, ne doit provoquer ni contournement, ni perforation.

17. Tension de contournement à fréquence industrielle à sec ou sous pluie

La tension de contournement à fréquence industrielle à sec ou sous pluie est la moyenne arithmétique des valeurs des tensions qui provoquent le contournement de l'isolateur dans les conditions prescrites aux articles 32 ou 33.

18. Charge de rupture électromécanique

La charge de rupture électromécanique est la charge maximale qui peut être atteinte lorsqu'un élément de chaîne est essayé dans les conditions prescrites à l'article 37.

19. Charge de rupture mécanique

La charge de rupture mécanique est la charge maximale qui peut être atteinte lorsqu'un élément de chaîne ou un isolateur du type rigide est essayé dans les conditions prescrites à l'article 38.

20. Tension de perforation

La tension de perforation d'un élément de chaîne ou d'un isolateur du type rigide est la tension qui, appliquée dans les conditions prescrites à l'article 40, provoque une perforation.

21. Ligne de fuite d'un isolateur

La ligne de fuite d'un isolateur est la plus courte distance ou la 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 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.

Notes 1. — La résistivité superficielle de ces revêtements à haute résistance est ordinairement de l'ordre de $10^6 \Omega$ mais peut descendre à $10^4 \Omega$.

2. — 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.

15. 50% dry impulse flashover voltage

The 50% dry impulse flashover voltage is the impulse voltage which, under the conditions prescribed in Clause 31, has a 50% probability of producing a flashover on the insulator.

16. Dry or wet power-frequency withstand voltage

The dry or wet power-frequency withstand voltage is the specified power-frequency voltage which the insulator shall withstand dry or wet, under the conditions prescribed in Clauses 32 or 33, for the specified time without flashover or puncture.

17. Dry or wet power-frequency flashover voltage

The dry or wet power-frequency flashover voltage is the arithmetic mean value of the measured voltages which cause flashover of the insulator under the conditions prescribed in Clauses 32 or 33.

18. Electromechanical failing load

The electromechanical failing load is the maximum load which can be reached when a string insulator unit is tested under the conditions prescribed in Clause 37.

19. Mechanical failing load

The mechanical failing load is the maximum load which can be reached when a string insulator unit or a rigid insulator is tested under the conditions prescribed in Clause 38.

20. Puncture voltage

The puncture voltage of a string insulator unit or a rigid insulator is the voltage which, under the conditions prescribed in Clause 40, causes puncture.

21. Creepage distance of an insulator

The creepage distance of an insulator is 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 over a cement surface shall not be considered as forming part of the creepage distance. If high resistance coatings are applied to parts of the insulator, such coatings shall be considered effective creepage surfaces and the distance over them shall be included in the creepage distance.

Notes 1. — The surface resistivity of such high-resistance coatings is usually about $10^6 \Omega$, but may be as low as $10^4 \Omega$.

2. — 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.

22. 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 recommandation 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 article 26).

SECTION TROIS — RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES RELATIVES AUX ESSAIS

23. Recommandations générales pour les essais à haute tension

- a) Les méthodes d'essais au choc et à fréquence industrielle doivent être conformes à la Publication 60 de la CEI.
- b) Lorsque les conditions atmosphériques naturelles au moment des essais sont différentes des conditions normales (voir article 26), il est nécessaire de faire intervenir des facteurs de correction conformément à l'article 27.
- c) Des précautions doivent être prises pour éviter la formation de condensation sur la surface de l'isolateur, particulièrement lorsque l'humidité relative est élevée. Par exemple, l'isolateur doit être maintenu à la température ambiante du local d'essais pendant un temps suffisant pour que l'équilibre thermique soit atteint avant que l'essai ne commence.

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

24. Essais au choc

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

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

25. Essais à fréquence industrielle

La tension d'essai doit être une tension alternative de fréquence comprise entre 15 Hz et 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 tel que la valeur du courant de court-circuit de l'objet, à la tension d'essai, ne soit pas inférieure à 0,1A pour les essais à sec, et à 0,5A pour les essais sous pluie.

22. 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 Recommendation;
- 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 26).

SECTION THREE — GENERAL RECOMMENDATIONS FOR TESTS

23. General recommendations for high-voltage tests

- a) The impulse voltage and power-frequency voltage test methods shall be in accordance with IEC Publication 60.
- b) When the natural atmospheric conditions at the time of the test differ from the standard values (see Clause 26), it is necessary to apply correction factors in accordance with Clause 27.
- c) 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 equilibrium to be reached before the test commences.

Except by agreement between the manufacturer and the purchaser, tests shall not be made if the relative humidity exceeds 85%.

24. Impulse voltage tests

The standard 1.2/50 impulse shall be used (see IEC Publication 60).

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

25. Power-frequency voltage 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 such that, when the test object is short-circuited at the test voltage, the current is not less than 0.1A if dry tests are to be made, and not less than 0.5A if wet tests are to be made.

26. Conditions atmosphériques normales

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

	Pratique en Europe	Pratique aux Etats-Unis et au Canada
Température ambiante	20 °C	25 °C
Pression atmosphérique	1 013 mbar	1 013 mbar
Humidité	11 g/m ³	15 g/m ³ Ce qui équivaut à une pression partielle de 0,6085 in de mercure à 25 °C

Note. — Une pression de 1 013 mbar équivaut à une pression de 760 mm de mercure à 0 °C. Si la hauteur barométrique est h mm de mercure et la température t °C, la pression atmosphérique en millibars est:

$$p = \frac{1\,013\,h}{760} (1 - 1,80 \times 10^{-4} t)$$

27. 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 (voir article 26), des facteurs de correction d et k 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
31	Tension de choc	Tenue Multiplier la tension spécifiée par d et diviser par k
		Contournement Diviser la tension de contournement mesurée par d et multiplier par k
32	Fréquence industrielle à sec	Tenue Multiplier la tension spécifiée par d et diviser par k
		Contournement Diviser la tension de contournement mesurée par d et multiplier par k
33	Fréquence industrielle sous pluie	Tenue Multiplier la tension spécifiée par d
		Contournement Diviser la tension de contournement mesurée par d

26. Standard atmospheric conditions for tests

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

	Practice in Europe	Practice in U.S.A. and Canada
Ambient temperature	20 °C	25 °C
Atmospheric pressure	1 013 mbar	1 013 mbar
Humidity	11 g/m ³	15 g/m ³ This is equivalent to a partial pressure of 0.6085 in. of mercury at 25 °C

Note. — A pressure of 1 013 mbar is equivalent to a pressure of 760 mm of mercury at 0 °C. If the height of the barometer is h mm of mercury and the temperature of the mercury is t °C, the atmospheric pressure in millibars is:

$$p = \frac{1\,013\,h}{760} (1 - 1.80 \times 10^{-4} t)$$

27. Correction of test voltages for atmospheric conditions

Withstand and flashover voltages depend on the atmospheric conditions at the time of test and, if these differ from the selected standard conditions (see Clause 26), correction factors d and k 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
31	Withstand	Multiply specified withstand voltage by d and divide by k
	Impulse voltage	Divide measured flashover voltage by d and multiply by k
32	Withstand	Multiply specified withstand voltage by d and divide by k
	Dry power-frequency voltage	Divide measured flashover voltage by d and multiply by k
33	Withstand	Multiply specified withstand voltage by d
	Wet power-frequency voltage	Divide measured flashover voltage by d

a) *Facteur de correction de densité de l'air, d*

Avec une pression atmosphérique b exprimée en millibars, et une température t exprimée en degré Celsius, on obtient:

— pour la correction par rapport à 20 °C et 1 013 mbar (pratique en Europe):

$$d = 0,289 \frac{b}{273 + t}$$

— Pour la correction par rapport à 25 °C et 1 013 mbar (pratique aux Etats-Unis et au Canada):

$$d = 0,294 \frac{b}{273 + t}$$

b) *Facteur de correction de l'humidité, k*

Les figures 1 et 2, pages 44 et 46, donnent les facteurs de correction recommandés selon les pratiques utilisées en Europe, d'une part, aux Etats-Unis et au Canada, d'autre part (voir Publication 60 de la CEI). Ces corrections doivent être appliquées aux isolateurs pour lignes aériennes en attendant de nouvelles indications.

Note. — Il est admis que les corrections ci-dessus donnent d'assez bons résultats pour les éclateurs à tige. En ce qui concerne les isolateurs, les courbes sont moins précises, particulièrement dans les cas où le trajet du contournement suit la surface de l'isolateur. On observe parfois une diminution de la tension lors d'une augmentation d'humidité. Le moyen d'obtenir des facteurs d'humidité plus sûrs est à l'étude.

28. Classification des essais

Les essais se divisent en trois groupes, à savoir:

a) *Essais du groupe I (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 conditions de l'article 35. Ils ne doivent être répétés que si le dessin du type ou les matériaux ont été modifiés.

b) *Essais du groupe II (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 des lots présentés en réception.

c) *Essais du groupe III (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.

a) *Air density correction factor, d*

With the atmospheric pressure b expressed in millibars and the temperature t expressed in degrees Celsius the following apply:

— Correction to 20 °C and 1 013 mbar (practice in Europe):

$$d = 0.289 \frac{b}{273 + t}$$

— Correction to 25 °C and 1 013 mbar (practice in the U.S.A. and Canada):

$$d = 0.294 \frac{b}{273 + t}$$

b) *Humidity correction factor, k*

Figures 1 and 2, pages 45 and 47, give correction factors according to practice in Europe on the one hand, in the U.S.A. and Canada on the other hand (see IEC Publication 60). These corrections shall be applied to overhead line insulators pending further information.

Note. — It is believed that the corrections above give reasonably correct results for rod-gaps. For insulators the curves are less accurate, especially in cases where the flashover path follows the surface of the insulator. Sometimes a decrease in voltage with increasing humidity has been observed. The question of obtaining more reliable humidity factors is under consideration.

28. Classification of tests

The tests are divided into three groups as follows:

a) *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 conditions specified in Clause 35, and should be repeated only when the design or the material of the insulator is changed.

b) *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.

c) *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 QUATRE — ESSAIS DU GROUPE I (ESSAIS DE TYPE)

29. Généralités

Les essais suivants doivent être effectués sur une chaîne complète d'isolateurs, sur trois éléments de chaîne ou sur trois isolateurs du type rigide pris au hasard :

- essai de tenue au choc (voir article 31);
- essai de tenue pendant 1 min à fréquence industrielle à sec (voir article 32);
- essai de tenue à fréquence industrielle sous pluie (voir article 33).

Note. — Un essai de mesure du niveau des perturbations radiophoniques est à l'étude.

30. Recommandations générales relatives aux essais du groupe I

1. Etat des isolateurs

Avant de commencer les essais, les isolateurs prélevés doivent être propres et secs et en équilibre thermique avec le milieu ambiant.

2. Modalités de montage

a) *Élément de chaîne d'isolateurs et chaîne d'isolateurs*

L'élément de chaîne ou la chaîne d'isolateurs doit être suspendu verticalement à un dispositif 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'ailette 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.

b) *Isolateur rigide*

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.

On fixe autant que possible horizontalement sur la gorge latérale de l'isolateur un conducteur d'au moins 5 mm de diamètre qui dépasse la cloche 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 la cloche supérieure et répartie également de chaque côté de l'isolateur.

SECTION FOUR — TESTS IN GROUP I (TYPE TESTS)

29. General

The following tests shall be made on one complete insulator string, on three string insulator units or three rigid insulators taken at random:

- impulse voltage withstand test (see Clause 31);
- dry 1 min power-frequency voltage withstand test (see Clause 32);
- wet power-frequency voltage withstand test (see Clause 33).

Note. — A radio interference test is under consideration.

30. General recommendations for tests in Group I

1. Condition of the insulators

Before commencing the tests, the sample insulators shall be clean and dry and in thermal equilibrium with the ambient medium.

2. Methods of support

a) *String insulator unit and insulator string*

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 a porcelain or glass part to the upper surface of the conductor shall be as short as possible but greater than 0.5 times the diameter of the lowest insulator.

The diameter of the conductor shall be 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.

b) *Rigid 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 sufficiently long 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 be the greater.

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 round the conductor for a distance approximately twice the diameter of the top shed and extending equally on each side of the insulator.

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.

Note. — Après accord, les essais peuvent aussi être faits dans des conditions se rapprochant le plus possible des conditions de service, en tenant compte de tous les facteurs qui pourraient agir sur la tension de contournement. Dans ces conditions, les caractéristiques peuvent être différentes de celles qui sont mesurées lorsqu'on emploie des méthodes de montage normalisées.

3. Intervalles de temps entre les contournements

Les intervalles de temps entre plusieurs contournements consécutifs doivent être suffisamment importants pour éviter l'influence d'une application de tension précédente sur les essais de contournement ou de tenue.

31. Essai de tenue à la tension au choc

L'isolateur doit être essayé à sec dans les conditions prescrites à l'article 30. Le générateur de choc est réglé de façon à produire une onde normale 1,2/50 à la tension déterminée par la tension de tenue spécifiée au choc, corrigée pour les conditions atmosphériques au moment de l'essai (voir article 27). On fait subir à l'isolateur cinq chocs successifs; s'il ne se produit ni contournement, ni perforation, l'essai est jugé satisfaisant. S'il se produit plus d'un contournement, l'essai est jugé non conforme à la recommandation. S'il ne se produit qu'un seul contournement, on effectue une nouvelle série de dix chocs. L'isolateur est jugé conforme à la recommandation si, pendant cette nouvelle série d'essais, il ne se produit ni contournement, ni perforation.

L'isolateur doit être capable de subir l'essai de tenue au choc à des tensions de polarité positive ou négative. Cependant, lorsqu'il semble évident qu'une polarité donnera la tension de contournement la plus basse, il suffira de faire l'essai avec cette polarité.

A titre d'information, et sur demande spéciale, les tensions de contournement à 50 % aux chocs de polarités positive et négative peuvent être déterminées par une méthode appropriée (voir Publication 60 de la CEI).

On notera les tensions de choc donnant le contournement à 50 % pour les polarités positive et négative mesurées comme ci-dessus, après correction conformément à l'article 27.

L'isolateur ne doit pas être endommagé par ces essais, mais on accepte de légères traces sur la surface des parties isolantes, de petits éclats dans le ciment ou toute autre matière servant à l'assemblage des éléments.

32. Essai de tenue sous tension à fréquence industrielle à sec

L'isolateur doit être essayé à sec selon les prescriptions de l'article 30.

La tension de tenue pendant une minute à appliquer à l'isolateur est déterminée à partir de la tension de tenue spécifiée pendant une minute à fréquence industrielle à sec en tenant compte des conditions atmosphériques au moment de l'essai (voir article 27).

On applique une tension égale à environ 75 % de la tension de tenue ainsi déterminée, puis on augmente progressivement la tension pour atteindre cette valeur en une durée minimale de 5 s. La tension d'essai est maintenue à cette valeur pendant une minute. Il ne doit se produire ni contournement, ni perforation. (Voir Publication 60 de la CEI.)

A titre d'information et sur demande spéciale, on peut également déterminer la tension de contournement à sec de l'isolateur en augmentant progressivement la tension à partir d'environ 75 % de la tension de tenue pendant une minute à sec pour atteindre la tension de contournement en une durée minimale de 5 s. Cette détermination est faite à cinq reprises consécutives; la tension de contournement à sec qui doit être notée est la moyenne arithmétique des valeurs obtenues, corrigées en fonction des conditions atmosphériques (voir article 27).

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.

Note. — When so agreed, tests may also be made under conditions reproducing service conditions as closely as possible, taking account of all factors which may influence flashover voltage. Under these conditions, the characteristics may differ from the values measured using the standard methods of mounting.

3. Time intervals between flashovers

The time intervals between consecutive flashovers shall be sufficient to avoid effects from the previous application of voltage in flashover or withstand tests.

31. Impulse voltage withstand test

The insulator shall be tested dry under the conditions prescribed in Clause 30. The impulse generator shall be adjusted to produce a standard 1.2/50 wave at the voltage obtained from the specified impulse withstand voltage by applying the corrections for atmospheric conditions (see Clause 27). Five such voltage waves shall be applied to the insulator. If there is no flashover or puncture, the test is deemed satisfactory. If there is more than one flashover, the insulator is deemed not to comply with the Recommendation. If only one flashover occurs, a new series of ten impulses shall be applied. The insulator is considered to comply with the Recommendation if during this new series of tests there is no flashover or puncture.

The insulator shall be capable of passing the impulse voltage withstand test with voltages of both positive and negative polarity. However, when it is evident which polarity will give the lower breakdown voltage, it shall suffice to test with that polarity.

To provide information when specially requested, the 50 % impulse flashover voltage for positives and negative polarities may be determined by a suitable procedure (see IEC Publication 60).

The impulse flashover voltages to be recorded shall be the positive and negative 50 % impulse flashover voltages as measured above and corrected in accordance with Clause 27.

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.

32. Dry power-frequency voltage withstand test

The insulator shall be tested dry under the conditions prescribed in Clause 30.

The one-minute withstand test voltage to be applied to the insulator shall be the specified dry one-minute power-frequency withstand voltage adjusted for the atmospheric conditions at the time of test (see Clause 27).

A voltage of about 75 % of the test voltage so determined shall be applied and then increased gradually to reach the test voltage in a time not less than 5 s. The test voltage shall be maintained at this value for one minute. Flashover or puncture shall not occur. (See IEC Publication 60.)

To provide information when specially requested, the dry flashover voltage of the insulator may be determined by increasing the voltage gradually from about 75 % of the dry one-minute withstand voltage to reach the flashover voltage in not less than 5 s. The dry flashover voltage shall be the arithmetic mean of five consecutive readings and the value, after correction to standard atmospheric conditions (see Clause 27), shall be recorded.

33. Essai de tenue sous tension à fréquence industrielle sous pluie

L'isolateur est disposé conformément aux prescriptions de l'article 30 et exposé à la pluie artificielle au moins une minute avant la mise sous tension et pendant toute la durée de l'essai. Les caractéristiques de la pluie artificielle doivent être conformes aux recommandations de la Publication 60 de la CEI qui sont résumées dans le tableau ci-dessous. Deux catégories y figurent, l'une correspondant à la pratique en usage dans la majorité des pays européens, l'autre à la pratique aux Etats-Unis et au Canada.

	Pratique	
	En Europe	Aux Etats-Unis et au Canada
1) Débit d'aspersion (mm/min), composante verticale	$3 \pm 10\%$	$5 \pm 10\%$
2) Direction du jet	Environ 45° sur la verticale	
3) Résistivité de l'eau (ohm-cm)	$10\,000 \pm 10\%$	$17\,800 \pm 15\%$
4) Température de l'eau ($^\circ\text{C}$)	Ambiante $\pm 15^\circ\text{C}$	Ambiante $\pm 15^\circ\text{C}$
5) Durée de l'essai de tenue sous pluie	1 min	10 s

Note. — Il est souhaitable, quand cela est possible, de réduire la tolérance sur la température de l'eau à une valeur inférieure à $\pm 15^\circ\text{C}$.

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 article 27).

On applique une tension égale à environ 75 % de la tension de tenue ainsi déterminée, puis on augmente progressivement la tension pour obtenir cette valeur en une durée minimale de 5 s. La tension d'essai est maintenue à cette valeur pendant la durée spécifiée de l'essai (voir Publication 60 de la CEI).

Il ne doit se produire ni contournement, ni perforation pendant la durée d'application de la tension d'essai.

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 sous pluie pour atteindre la tension de contournement en une durée minimale de 5 s. Cette détermination est faite à cinq reprises consécutives; la tension de contournement sous pluie qui doit être notée est la moyenne arithmétique des valeurs obtenues, corrigées en fonction des conditions atmosphériques (voir article 27).

33. Wet power-frequency voltage withstand test

The insulator shall be arranged as prescribed in Clause 30 and exposed for at least one minute before application of voltage and throughout the test to artificial rain. The characteristics of the artificial rain shall be in accordance with the recommendation of IEC Publication 60, as summarized in the following table. Two sets of characteristics are given, one in general accordance with practice in the majority of European countries, the other with practice in the U.S.A. and Canada.

	Practice	
	In Europe	In U.S.A. and Canada
1) Precipitation rate (mm/min), vertical component	$3 \pm 10\%$	$5 \pm 10\%$
2) Direction of spray	About 45° to the vertical	
3) Resistivity of water (ohm-cm)	$10\,000 \pm 10\%$	$17\,800 \pm 15\%$
4) Temperature of water ($^\circ\text{C}$)	Ambient $\pm 15^\circ\text{C}$	Ambient $\pm 15^\circ\text{C}$
5) Duration of wet withstand test	1 min	10 s

Note. — It is desirable where possible to reduce the tolerance of the water temperature to less than ± 15 deg C.

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 test (see Clause 27).

A voltage of about 75% of the test voltage so determined shall be applied and then increased gradually to reach the test voltage in a time not less than 5 s. The test voltage shall be maintained at this value for the specified duration of the test (see IEC Publication 60).

The insulator shall not flashover or puncture during the application of the test voltage.

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 withstand voltage to reach the flashover voltage in not less than 5 s. The flashover voltage shall be the arithmetic mean of five consecutive readings and the value after correction to standard atmospheric conditions (see Clause 27) shall be recorded.

SECTION CINQ — ESSAIS DU GROUPE II (ESSAIS SUR PRÉLÈVEMENTS)

34. Règles générales pour les essais du groupe II

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 groupe III (voir article 44), doivent être soumis aux essais suivants dans l'ordre indiqué.

1. Vérification des dimensions (article 35).
2. Essai de résistance aux variations brusques de température (article 36).
3. Essai de rupture électromécanique (seulement sur les éléments de chaîne de la classe B) (article 37).
4. Essai de rupture mécanique (seulement sur les éléments de chaîne de la classe A et ceux de la classe B auxquels l'essai de rupture électromécanique (article 37) ne peut être appliqué, et sur les isolateurs du type rigide) (article 38).
5. Essai de choc thermique (seulement sur les isolateurs en verre trempé) (article 39).
6. Essai de tenue à la perforation (seulement sur les isolateurs de la classe B) (article 40).
7. Vérification de l'absence de porosité (seulement sur les isolateurs en matière céramique) (article 41).
8. Vérification de la qualité de la galvanisation (article 42).

L'ensemble des isolateurs prélevés doit être divisé autant que possible en trois parties dont le nombre doit se rapprocher le plus possible de l'égalité. Le tableau ci-après indique les essais applicables à chaque partie et l'ordre dans lequel ils doivent être effectués:

Groupe	Eléments de chaîne		Isolateur du type rigide	
	Classe A	Classe B	Classe A	Classe B
1 ^{re} et 2 ^e parties	1, 2, 4, 7 *	1, 2, 3 ***, 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 les isolateurs en verre trempé.

*** Un seul des essais 3 ou 4 doit être effectué (voir le premier alinéa de l'article 38).

SECTION FIVE — TESTS IN GROUP II (SAMPLE TESTS)

34. General rules for tests in Group II

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

The test samples, after having withstood the tests in Group III (see Clause 44), shall be subjected to the following tests in the order indicated:

1. Verification of dimensions (Clause 35).
2. Temperature cycle test (Clause 36).
3. Electromechanical failing load test (on string insulator units Type B only) (Clause 37).
4. Mechanical failing load test (for string insulator units Type A and those of Type B to which the electromechanical failing load test (Clause 37) is not applicable, and for rigid insulators only). (Clause 38).
5. Thermal shock test (for toughened glass insulators only) (Clause 39).
6. Puncture test (for insulators Type B only) (Clause 40).
7. Porosity test (for ceramic insulators only) (Clause 41).
8. Galvanizing test (Clause 42).

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:

Group	String insulator units		Rigid insulators	
	Type A	Type B	Type A	Type B
1st and 2nd parts	1, 2, 4, 7 *	1, 2, 3 ***, 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.

*** Only one of the tests 3 or 4 shall be applied (see first paragraph of Clause 38).

Si un isolateur n'est pas conforme à l'un des essais du groupe II (essais sur prélèvements), un contre-essai suivant l'article 43 est autorisé.

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

35. Vérification des dimensions

On doit vérifier que les isolateurs prélevés sont conformes au dessin du type, particulièrement en ce qui concerne les dimensions auxquelles s'appliquent des tolérances spéciales (par exemple le pas) et les cotes d'interchangeabilité (par exemple: les dimensions des rotules et logements de rotules).

Sauf spécification contraire, les tolérances suivantes sont admises sur toutes les dimensions pour lesquelles aucune tolérance spéciale n'est demandée:

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

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

(d étant la dimension exprimée en millimètres).

Note. — En attendant la publication des recommandations de la CEI pour le pas des éléments de chaîne d'isolateurs la tolérance suivante doit, sauf spécification contraire, être appliquée au pas des éléments:

$$\pm (0,03 s + 0,3) \text{ mm}$$

s étant le pas exprimé en millimètres

36. Essai de résistance aux variations brusques de température

a) Essai applicable aux éléments de chaîne et aux isolateurs du type rigide:

- en matière céramique;
- en verre trempé.

Les isolateurs avec leurs ferrures scellées, s'il y en a, doivent être plongés brusquement et entièrement 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, utilisé pour la suite des essais. Les isolateurs restent immergés pendant 15 min dans ce bain; ils sont ensuite retirés puis plongés brusquement et sans l'intermédiaire d'aucun récipient dans un bain d'eau froide, où ils restent pendant 15 min. 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.

b) Essai applicable aux éléments de chaîne et aux isolateurs du type rigide:

- en verre recuit.

Les isolateurs avec leurs ferrures scellées, s'il y en a, doivent être brusquement et entièrement plongés sans l'intermédiaire d'aucun récipient dans un bain d'eau maintenu à une température 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 spécifiée 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.

In the event of an insulator failing to pass one of the tests in Group II (sample tests), re-testing in accordance with Clause 43 is permissible.

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

35. Verification of dimensions

It shall be verified that the test samples are in accordance with the relevant drawings, particularly as regards any dimensions to which special tolerances apply (e.g. spacing) and details affecting interchangeability (e.g. ball and socket dimensions).

Unless otherwise agreed, a tolerance of:

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

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

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

Note. — Pending the publication of IEC dimensional recommendations covering the spacing of string insulator units, the tolerance formula:

$$\pm (0.03 s + 0.3) \text{ mm}$$

shall, unless otherwise agreed, be applied to the spacing, where s is the spacing in millimetres.

36. Temperature cycle test

a) Test applicable to string insulator units and rigid insulators composed of:

- ceramic materials;
- toughened 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 70 °C higher than that of the cold bath used in the rest of the test and left submerged for 15 min. They shall then be withdrawn and quickly and completely immersed, without being placed in an intermediate container, in the cold water bath where they shall remain for 15 min. 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.

b) 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 t °C higher than that of the artificial rain which is used in the rest of 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.

This 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.

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

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 deg C.

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 prévues à l'article 46 pour les isolateurs de la classe A ou pendant 1 min à l'essai à fréquence industrielle dans les conditions prévues à l'article 47 pour les isolateurs de la classe B.

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

Notes 1. — Pour des isolateurs du type rigide ou des éléments de chaîne de très grandes dimensions, les essais décrits aux paragraphes *a)* et *b)* ci-dessus peuvent être trop sévères. Un essai de sévérité réduite peut alors leur être appliqué après accord entre le fabricant et l'acheteur. 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 supérieur à 120 cm	L = longueur de l'isolateur
$D^2 L$ supérieur à 80 000 cm ³	D = le plus grand diamètre extérieur
$\varnothing$ supérieur à 2,5 cm	$\varnothing$ = 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 creux
d supérieur à 9 cm	d = diamètre du fût pour les isolateurs à fût massif

2. — L'interdiction d'utiliser un récipient n'exclut pas la possibilité d'utiliser un panier grillagé ayant un coefficient thermique faible et laissant pénétrer l'eau facilement.

37. 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 permet de déceler un défaut mécanique. Dans les autres cas, les isolateurs doivent être soumis à l'essai de rupture mécanique (article 38).

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

Pour les isolateurs à rotule et à logement de rotule, les pièces d'accrochage de la machine d'essai doivent être conformes à la Publication 120 de la CEI: Recommandations pour les assemblages à rotule et logements de rotule des éléments de chaînes d'isolateurs, en ce qui concerne leurs dimensions principales.

La tension doit être comprise entre 50% et 60% de la tension de tenue spécifiée à fréquence industrielle à sec 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.

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 à l'article 18 soit atteinte. Cette valeur est notée.

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

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 ± 5 deg C in the water.

On completion of the third cold 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 46 for insulators Type A or for 1 min to the power-frequency test prescribed in Clause 47 for insulators Type B.

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

Notes 1. — For very large rigid insulators or string insulator units, the tests described in *a)* and *b)* above may be too severe and a test of reduced severity may then be applied by agreement between manufacturer and purchaser. For this purpose, very large rigid insulators or string insulator units shall be considered as those having one of the following dimensions:

L	greater than 120 cm	L	= length of insulator
$D^2 L$	greater than 80 000 cm ³	D	= greatest external diameter
$\varnothing$	greater than 2.5 cm	$\varnothing$	= 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 hollow insulator
d	greater than 9 cm	d	= core diameter for solid core insulators

2. — The restriction against using an intermediate container does not exclude the use of a wire mesh basket having a low thermal capacity and giving free access for the water.

37. Electromechanical failing load test (on string insulator units Type B only)

This test shall be applied to string insulator units of such types that electrical discharge will serve to indicate mechanical failure. For other types, the insulators shall be submitted to the mechanical failing load test (Clause 38).

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

For insulators with ball and socket couplings, the coupling pieces of the testing machine shall be in accordance with IEC Publication 120, Recommendations for Ball and Socket Couplings of String Insulator Units, as regards their essential dimensions.

The voltage shall be 50% to 60% of the specified dry 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 electromechanical failing load is reached.

The insulator passes the test if the specified electromechanical failing load is reached, without puncture.

To provide information when specially requested, the load may be increased until the failing load as defined in Clause 18 is reached and the value recorded.

38. Essai de rupture mécanique

- a) *Les éléments de chaîne* (pour les éléments de la classe A et ceux de la classe B auxquels l'essai de rupture électromécanique (article 37) ne peut être appliqué) doivent être soumis individuellement à une charge de traction appliquée entre les parties métalliques.

Pour les isolateurs à rotule et à logement de rotule, les pièces d'accrochage de la machine d'essai doivent être conformes à la Publication 120 de la CEI, en ce qui concerne les dimensions principales.

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 à l'article 19 soit atteinte. Cette valeur est notée.

- b) *Les isolateurs du type rigide* doivent être montés sur une tige fixée rigidement et capable de résister sans déformation sensible aux charges auxquelles elle pourrait être soumise pendant la durée de l'essai; les isolateurs équipés de ferrures scellées doivent être essayés avec ces ferrures. L'isolateur doit être soumis à une charge dont la valeur est 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 efforts localisés 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. 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 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 à l'article 19 soit atteinte. Cette valeur est notée.

39. Essai de choc thermique (seulement pour des isolateurs en verre trempé)

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 deg 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.

40. 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.

- a) *Essai de tenue à la perforation à fréquence industrielle*

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

38. Mechanical failing load test

- a) *String insulator units* (string insulator units Type A and those of Type B to which the electro-mechanical failing load test (Clause 37) is not applicable) shall be subjected individually to a tensile load applied between the metal parts.

For insulators with ball and socket couplings, the coupling pieces of the testing machine shall be in accordance with IEC Publication 120, as regards their essential dimensions.

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 Clause 19 is reached and the value recorded.

- b) *Rigid 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; insulators provided with integral metal fittings for mounting shall be mounted for test using these fittings. The insulator shall be subjected to a load equal to 75 % of the specified mechanical failing load applied perpendicular 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 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. 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 Clause 19 is reached and the value recorded.

39. Thermal shock test (for toughened glass insulators only)

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 insulator having been heated by hot air or other suitable means to a uniform temperature at least 100 deg 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.

40. Puncture test (for insulators Type B only)

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

- a) *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 be 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 immersion medium shall be at about room temperature.

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 cloches 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 à $10^8 \Omega \cdot m$).

b) Essai de tenue à la perforation au choc

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

41. 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 $15 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ pendant une durée telle que le produit de la pression en N/m^2 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.

42. 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 étant facultatif, il ne sera exécuté qu'après accord préalable entre le fabricant et l'acheteur.

a) Contrôle de la continuité du revêtement

Les parties métalliques galvanisées des isolateurs doivent être débarrassées de tout corps gras en les plongeant dans la benzine (C_6H_6) ou autre dissolvant approprié, essuyées avec une toile douce 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 une toile douce 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 $1,170 \pm 0,010 \text{ g/cm}^3$ à 20°C . Toutes précautions doivent être prises pour que, pendant l'essai, la température de la solution de sulfate de cuivre ne descende pas au-dessous de 18°C et ne monte pas au-delà de 22°C , et que ni les pièces essayées ni la solution ne soient agitées.

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 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 is recorded.

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

b) Impulse overvoltage test

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

41. Porosity test (for ceramic insulators only)

Ceramic fragments from the insulators or, by agreement, from representative pieces of ceramic fired adjacent to them 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 products of the test duration in hours and the test pressure in N/m^2 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.

42. Galvanizing test

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

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

a) 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 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 then 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 solution does not fall below 18°C or rise above 22°C , and that neither the test piece nor the solution shall be agitated.

La solution de sulfate de cuivre est obtenue en dissolvant environ 35 g de sulfate de cuivre cristallisé ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) 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.

Le volume de solution doit être au moins de 6 ml par centimètre carré de surface galvanisée. La plus faible distance entre une partie quelconque de la pièce essayée et les parois du récipient ne doit pas être inférieure à 2,5 cm.

Après chaque immersion dans la solution de sulfate de cuivre, les ferrures doivent être lavées, brossées sous 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 $n^{\text{ième}}$ 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. On ne tiendra pas compte non plus des dépôts dont la surface totale est inférieure à 7 mm^2 (ce qui correspond à la surface d'un cercle de 3 mm de diamètre environ).

Le nombre n d'immersions est généralement égal à quatre. Toutefois, un nombre d'immersions supérieur peut être prévu, après entente entre le fabricant et l'acheteur.

b) *Contrôle de la masse de zinc par unité de surface (essai facultatif)*

Cet essai n'est applicable qu'aux pièces galvanisées à chaud.

Principe :

On détermine la masse de zinc déposée sur un échantillon de surface déterminée par différence entre la masse de l'échantillon revêtu et celle de l'échantillon après dissolution du zinc dans une solution acide chlorhydrique-chlorure d'antimoine.

Echantillon :

L'échantillon est, en principe, découpé dans la partie cylindrique des ferrures de façon à obtenir une surface géométrique simple.

Réactif :

Solution acide chlorhydrique-chlorure d'antimoine comprenant :

- 100 ml d'acide chlorhydrique (masse volumique $1,19 \text{ g/cm}^3$);
- 5 ml de solution de chlorure d'antimoine obtenue en dissolvant 20 g de Sb_2O_3 ou 32 g de SbCl_3 dans 1 000 ml de HCl (masse volumique $1,19 \text{ g/cm}^3$).

La solution ainsi obtenue permet d'effectuer plusieurs dissolutions successives du revêtement de zinc sans nécessiter d'addition supplémentaire de chlorure d'antimoine.

On régénère la solution en chlorure d'antimoine par une nouvelle addition de 5 ml de solution de chlorure d'antimoine, lorsque le temps nécessaire à la dissolution du revêtement dépasse 10 min environ.

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.

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 2.5 cm.

After each dip into the solution of copper sulphate the fitting 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 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 sharp angles, or on parts that have been ground or are situated less than 25 mm from a previously cut part. Neither shall any account be taken of deposits whose total area is less than 7 mm^2 (which corresponds to the area of a circle of 3 mm diameter approximately).

The number n of immersions is generally equal to four. A greater number than four immersions may be used, however, by agreement between the manufacturer and the purchaser.

b) *Verification of the weight of zinc per unit surface (optional test)*

This test is applicable only to hot dip galvanized parts.

Principle :

The weight of zinc coating on a specimen surface shall be measured by the change in weight of the sample when the coating of zinc is dissolved in a solution of hydrochloric acid containing antimony chloride.

Test sample :

The test sample shall generally be cut from the cylindrical part of a metal fitting so as to obtain a simple geometrical surface.

Reagent :

A solution of hydrochloric acid and antimony chloride containing:

- 100 ml hydrochloric acid (density 1.19 g/cm^3);
- 5 ml of a solution of antimony chloride obtained by dissolving 20 g of Sb_2O_3 or 32 g SbCl_3 in 1 000 ml of HCl (density 1.19 g/cm^3).

The resulting solution is sufficient to remove the coating of zinc in several successive tests without it being necessary to add additional antimony chloride.

The solution may be renewed by the addition of an extra 5 ml of antimony chloride when the time necessary to dissolve the zinc from a sample exceeds about 10 min.

Mode opératoire :

Effectuer sur l'échantillon les opérations suivantes :

- peser l'échantillon à 0,01 g près;
- plonger l'échantillon dans la solution acide chlorhydrique-chlorure d'antimoine, laisser l'échantillon plongé dans la solution jusqu'à ce que le dégagement d'hydrogène cesse, ou que seulement quelques bulles se dégagent. La température de la solution ne doit pas excéder 38 °C. Après attaque, l'échantillon est lavé, brossé à l'eau courante, essuyé au chiffon, puis séché par chauffage à environ 100 °C et refroidi;
- peser à nouveau l'échantillon à 0,01 g près;
- mesurer la surface S de l'échantillon non revêtu;
- faire la différence M des masses en grammes de l'échantillon revêtu et de l'échantillon sans son revêtement. Cette différence représente la masse de zinc du revêtement sur la surface S de l'échantillon nu mesurée après enlèvement du revêtement.

La masse de zinc m par unité de surface est :

$$m = \frac{M}{S}$$

La masse de zinc couramment exigée est de 5 g/dm² pour les capots et de 3 g/dm² pour les vis, écrous et rondelles. Toutefois, pour du matériel particulièrement exposé (zones industrielles et maritimes, par exemple), ces valeurs peuvent être respectivement portées à 7,5 g/dm² et à 5 g/dm².

Variante quant au réactif :

On peut, après entente entre le fabricant et l'acheteur, utiliser comme réactif une solution d'acide sulfurique comprenant :

- 40 ml d'acide sulfurique (masse volumique 1,83 g/cm³);
- 960 ml d'eau distillée.

La solution ainsi obtenue est utilisée en volume suffisant pour que l'échauffement à la dissolution du zinc n'élève pas la température au-delà de 30 °C.

Note. — Après accord entre le fabricant et l'acheteur, on peut employer d'autres méthodes pour déterminer la masse de zinc par unité de surface (méthode gazométrique ou méthode magnétique).

43. Contre-épreuve

- a) Si un seul isolateur ou partie métallique ne satisfait pas à l'un quelconque des essais du groupe II (essais sur prélèvements) prescrits à l'article 34, la contre-épreuve est effectuée sur un nouveau prélèvement double du premier. La contre-épreuve comprendra l'essai auquel la pièce n'a pas satisfait, précédé par les essais de l'article 34 que l'on peut considérer comme ayant une influence sur les résultats de cet essai.
- b) Si deux ou plusieurs isolateurs ou parties métalliques ne satisfont pas à l'un quelconque des essais du groupe II (essais sur prélèvements) prescrits à l'article 34 ou si un résultat sur isolateurs ou parties métalliques n'est pas satisfaisant après la contre-épreuve indiquée à l'alinéa a) ci-dessus, le lot complet est considéré comme ne satisfaisant pas aux spécifications.

Method of test :

The test sample shall be subject to the following operations:

- weigh the test sample to the nearest 0.01 g;
- immerse the test sample in a solution of hydrochloric acid and antimony chloride. Leave the test sample in the solution until the evolution of hydrogen ceases or until only a few bubbles are formed. The temperature of the solution shall not exceed 38 °C. When the reaction is complete, the test sample shall be washed, brushed under running water, wiped with a cloth, dried by heating to about 100 °C and cooled;
- the test sample shall then be weighed again to the nearest 0.01 g;
- the surface S from which the zinc has been removed shall then be measured;
- subtract the weight in grammes of the sample after removal of the zinc from its weight before removal. This difference M represents the weight of zinc in the coating on the surfaces of the bare sample measured after removal of the coating.

The weight of zinc m per unit area is :

$$m = \frac{M}{S}$$

The weight of zinc per unit area normally specified is 5 g/dm² for caps and 3 g/dm² for bolts, nuts and washers. However, if material is used in unusually severe conditions (industrial or maritime regions for example), these values may be increased to 7.5 g/dm² and 5 g/dm² respectively.

Alternative reagent :

By agreement between the purchaser and the manufacturer a sulphuric acid solution as follows may be used as the reagent:

- 40 ml of sulphuric acid (density 1.83 g/cm³);
- 960 ml of distilled water.

The solution so obtained shall be used in such volume that the heating due to the attack on the zinc does not raise the temperature above 30 °C.

Note. — Alternative methods to determine the weight per unit area may be used by agreement between purchaser and manufacturer (by measuring the volume of gas evolved or by a magnetic method).

43. Re-test procedure

- a) If only one insulator or metal parts fails to comply with any of the tests in Group II (sample tests) as prescribed in Clause 34, a new quantity equal to twice the first quantity shall be subjected to re-testing. The re-testing shall comprise the test in which failure occurred, preceded by those tests of Clause 34 which may be considered to have influenced the results of the original test.
- b) If two or more insulators or metal parts fail to comply with any of the tests in Group II (sample tests) as prescribed in Clause 34, or if any failure occurs on insulators or metal parts subjected to re-testing as described in a) above, the complete batch is not considered to comply with the specifications.