

**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 168**

Première édition — First edition

1964

---

**Essais des supports isolants et éléments de colonnes d'intérieur et d'extérieur,  
destinés à des installations de tension nominale supérieure à 1 000 V**

---

**Tests on indoor and outdoor post insulators for systems with nominal voltages  
greater than 1 000 V**

---

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60168:1964

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60168:1964

# Withdrawn

**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 168**

Première édition — First edition

1964

---

**Essais des supports isolants et éléments de colonnes d'intérieur et d'extérieur,  
destinés à des installations de tension nominale supérieure à 1 000 V**

---

**Tests on indoor and outdoor post insulators for systems with nominal voltages  
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

## SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE . . . . .	6
PRÉFACE . . . . .	6
Articles	
<b>SECTION UN — GÉNÉRALITÉS</b>	
1. Domaine d'application . . . . .	8
2. Objet . . . . .	8
3. Valeurs des tensions . . . . .	8
4. Valeurs à déterminer pour caractériser un support isolant ou un élément de colonnes . . . . .	10
<b>SECTION DEUX — DÉFINITIONS</b>	
5. Support isolant . . . . .	12
6. Élément de colonnes . . . . .	12
7. Supports isolants ou éléments de colonnes d'extérieur . . . . .	12
8. Supports isolants ou éléments de colonnes d'intérieur . . . . .	12
9. Classification . . . . .	12
10. Lot d'isolateurs . . . . .	12
11. Contournement . . . . .	12
12. Perforation . . . . .	14
13. Tension de tenue au choc à sec . . . . .	14
14. Tension de contournement à 50% au choc à sec pour la polarité positive ou négative . . . . .	14
15. Tension de tenue à fréquence industrielle à sec ou sous pluie . . . . .	14
16. Tension de contournement à fréquence industrielle à sec ou sous pluie . . . . .	14
17. Charge de rupture mécanique . . . . .	14
18. Tension de perforation . . . . .	14
19. Ligne de fuite (d'un support isolant ou d'un élément de colonnes) . . . . .	14
20. Conditions atmosphériques normales . . . . .	16
21. Caractéristique spécifiée . . . . .	16
<b>SECTION TROIS — RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES RELATIVES AUX ESSAIS</b>	
22. Recommandations générales pour les essais à haute tension . . . . .	16
23. Essais au choc . . . . .	18

## CONTENTS

	Page
FOREWORD . . . . .	7
PREFACE . . . . .	7
<b>SECTION ONE — GENERAL</b>	
Clause	
1. Scope . . . . .	9
2. Object . . . . .	9
3. Values of voltages . . . . .	9
4. Values to be stated when specifying a post insulator or a post insulator unit . . . . .	11
<b>SECTION TWO — DEFINITIONS</b>	
5. Post insulator . . . . .	13
6. Post insulator unit . . . . .	13
7. Outdoor post insulators or post insulator units . . . . .	13
8. Indoor post insulators or post insulator units . . . . .	13
9. Classification . . . . .	13
10. Batch . . . . .	13
11. Flashover . . . . .	13
12. Puncture . . . . .	15
13. Dry impulse withstand voltage . . . . .	15
14. Dry 50% impulse flashover voltage of positive or negative polarity . . . . .	15
15. Dry or wet power-frequency withstand voltage . . . . .	15
16. Dry or wet power-frequency flashover voltage . . . . .	15
17. Mechanical failing load . . . . .	15
18. Puncture voltage . . . . .	15
19. Creepage distance (of a post insulator or post insulator unit) . . . . .	15
20. Standard atmospheric conditions for tests . . . . .	17
21. Specified characteristic . . . . .	17
<b>SECTION THREE — GENERAL RECOMMENDATIONS FOR TESTS</b>	
22. General recommendations for high-voltage tests . . . . .	17
23. Impulse voltage tests . . . . .	19

Articles	Pages
24. Essais à fréquence industrielle . . . . .	18
25. Facteurs de correction pour les conditions atmosphériques . . . . .	18
26. Classification des essais . . . . .	20

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

27. Généralités . . . . .	20
28. Recommandations générales relatives aux essais électriques du premier groupe . . . . .	20
29. Essai de tenue à la tension de choc . . . . .	22
30. Essai de tenue pendant une minute sous tension à fréquence industrielle à sec . . . . .	24
31. Essai de tenue sous tension à fréquence industrielle sous pluie . . . . .	24
32. Essai de robustesse mécanique . . . . .	26
33. Mesure de la flèche sous charge . . . . .	26

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

34. Généralités . . . . .	28
35. Vérification des dimensions . . . . .	28
36. Essai de résistance aux variations brusques de température . . . . .	28
37. Essai de perforation à fréquence industrielle . . . . .	32
38. Vérification de l'absence de porosité . . . . .	32
39. Vérification de la qualité de la galvanisation . . . . .	32
40. Contre-épreuve . . . . .	34

SECTION SIX — ESSAIS DU TROISIÈME GROUPE (ESSAIS INDIVIDUELS)

41. Généralités . . . . .	34
42. Examen de l'aspect extérieur . . . . .	34
43. Essai électrique individuel . . . . .	36
44. Essai mécanique individuel . . . . .	36

ANNEXE A — Facteur de correction d'humidité, $k$ , selon la pratique en Europe . . . . .	38
--	----

ANNEXE B — Facteur de correction d'humidité, $k$ , selon la pratique aux Etats-Unis et au Canada . . . . .	40
--	----

\_\_\_\_\_

Clause	Page
24. Power-frequency voltage tests . . . . .	19
25. Correction of test voltages for atmospheric conditions . . . . .	19
26. Classification of tests . . . . .	21

SECTION FOUR — TESTS IN GROUP I (TYPE TESTS)

27. General . . . . .	21
28. General recommendations for electrical tests in Group I . . . . .	21
29. Impulse voltage withstand test . . . . .	23
30. Dry one-minute power-frequency voltage withstand test . . . . .	25
31. Wet power-frequency voltage withstand test . . . . .	25
32. Test for mechanical strength . . . . .	27
33. Test for deflection under load . . . . .	27

SECTION FIVE — TESTS IN GROUP II (SAMPLE TESTS)

34. General . . . . .	29
35. Verification of dimensions . . . . .	29
36. Temperature cycle test . . . . .	29
37. Power-frequency puncture test . . . . .	33
38. Porosity test . . . . .	33
39. Galvanizing test . . . . .	33
40. Re-test procedure . . . . .	35

SECTION SIX — TESTS IN GROUP III (ROUTINE TESTS)

41. General . . . . .	35
42. Visual examination . . . . .	35
43. Electrical routine test . . . . .	37
44. Mechanical routine test . . . . .	37

APPENDIX A — Humidity correction factor $k$ according to European practice . . . . .	39
--	----

APPENDIX B — Humidity correction factor $k$ according to practice in U.S.A. and Canada . . . . .	41
--	----

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**ESSAIS DES SUPPORTS ISOLANTS ET ÉLÉMENTS DE COLONNES  
D'INTÉRIEUR ET D'EXTÉRIEUR, DESTINÉS A DES INSTALLATIONS  
DE TENSION NOMINALE SUPÉRIEURE A 1000 V**

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager cette unification internationale, la CEI 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 CEI 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 : Isolateurs. Les travaux ont commencé en juin 1959 et des projets furent soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en avril 1960 et en mai 1962. Les projets furent chaque fois adoptés avec des observations. Des projets de modifications furent diffusés aux Comités nationaux suivant la Procédure des Deux Mois en novembre 1962.

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

Allemagne	Norvège
Autriche	Pays-Bas
Belgique	Pologne
Bulgarie	Portugal
Danemark	Roumanie
Etats-Unis d'Amérique	Royaume-Uni
Finlande	Suède
France	Suisse
Hongrie	Tchécoslovaquie
Inde	Turquie
Israël	Union des Républiques Socialistes Soviétiques
Italy	Yougoslavie
Japon	

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**TESTS ON INDOOR AND OUTDOOR POST INSULATORS FOR SYSTEMS  
WITH NOMINAL VOLTAGES 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 Technical Committee No. 36, Insulators. The work was started in June 1959 and drafts were submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in April 1960 and May 1962. On each occasion, the voting was in favour of the draft but there were comments. Draft amendments were submitted to the National Committees for approval under the Two Months' Procedure in November 1962.

The following countries voted explicitly in favour of publication :

Austria	Netherlands
Belgium	Norway
Bulgaria	Poland
Czechoslovakia	Portugal
Denmark	Romania
Finland	Sweden
France	Switzerland
Germany	Turkey
Hungary	United Kingdom
India	United States of America
Israel	Union of Soviet Socialist Republics
Italy	Yugoslavia
Japan	

# ESSAIS DES SUPPORTS ISOLANTS ET ÉLÉMENTS DE COLONNES D'INTÉRIEUR ET D'EXTÉRIEUR, DESTINÉS A DES INSTALLATIONS DE TENSION NOMINALE SUPÉRIEURE A 1 000 V

## SECTION UN — GÉNÉRALITÉS

### 1. Domaine d'application

La présente recommandation est applicable aux supports isolants et éléments de colonnes d'intérieur et d'extérieur en matière céramique ou en verre destinés à l'équipement d'installations ou d'appareils électriques fonctionnant en courant alternatif à une tension nominale supérieure à 1 000 V et une fréquence au plus égale à 100 Hz.

A l'exception des articles 36 et 38, la présente recommandation est également applicable en tant que spécification minimale préliminaire aux supports isolants et éléments de colonnes fabriqués à partir d'autres matières isolantes. Des essais spéciaux peuvent être nécessaires pour les supports isolants et éléments de colonnes réalisés à partir de ces matières et l'élaboration d'autres documents spécifiant les essais complémentaires qui pourraient être nécessaires pour chacune de ces matières est à l'étude.

*Note.* — La présente recommandation n'est pas applicable aux isolateurs pour lignes aériennes qui font l'objet des Publications 75 et 87, aux isolateurs de traversées qui font l'objet de la Publication 137, aux enveloppes de grandes dimensions et aux isolateurs à fût massif pour lignes aériennes de traction électrique, qui font l'objet de recommandations en cours d'étude.

### 2. Objet

La présente recommandation a pour objet :

- de définir les termes employés dans la recommandation;
- de définir les caractéristiques des supports isolants et éléments de colonnes et de fixer les conditions dans lesquelles les valeurs spécifiées doivent être vérifiées;
- de définir les méthodes d'essai;
- de fixer les conditions d'acceptation d'une fourniture.

*Note.* — La présente recommandation ne donne pas de valeurs numériques pour les caractéristiques des isolateurs et ne contient pas de prescriptions relatives au choix d'un isolateur en fonction du service qu'il doit assurer. Un document actuellement à l'étude donnera des valeurs numériques pour les caractéristiques électriques et mécaniques et définira les conditions assurant l'interchangeabilité des supports isolants et des éléments de colonnes.

### 3. Valeurs des tensions

En accord avec la Publication 60 (1962) de la CEI, les tensions à fréquence industrielle doivent être exprimées par leurs valeurs de crête divisées par  $\sqrt{2}$ . Les tensions de choc par leurs valeurs de crête.

# TESTS ON INDOOR AND OUTDOOR POST INSULATORS FOR SYSTEMS WITH NOMINAL VOLTAGES GREATER THAN 1 000 V

## SECTION ONE — GENERAL

### 1. Scope

This Recommendation applies to post insulators and post insulator units of ceramic material or glass for indoor and outdoor service in electrical installations or equipment operating on alternating current with a rated voltage greater than 1 000 V and a frequency not greater than 100 Hz (c/s).

With the exception of Clauses 36 and 38, the Recommendation also applies, as a preliminary minimum standard, to post insulators and post insulator units of other materials. Special tests may be necessary for post insulators and post insulator units of these materials and consideration is being given to the preparation of further documents detailing the additional tests which may be necessary for each such other material.

*Note.* — This Recommendation does not apply to insulators for overhead lines which are covered by IEC Publications 75 and 87. Bushing insulators are covered by Publication 137 and recommendations for large porcelains and solid core insulators for overhead traction lines are in preparation.

### 2. Object

The object of the Recommendation is:

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

*Note.* — The Recommendation does not give numerical values for insulator characteristics neither does it deal with the choice of insulators for specific operating conditions. A document which is now under consideration will specify numerical values for electrical and mechanical characteristics and give the dimensions necessary for interchangeability of post insulators and post insulator units.

### 3. Values of voltages

In accordance with IEC Publication 60 (1962), power-frequency voltages shall be expressed as peak values divided by  $\sqrt{2}$ . Impulse voltages shall be expressed as peak values.

#### 4. Valeurs à déterminer pour caractériser un support isolant ou un élément de colonnes

Un support isolant ou un élément de colonnes 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 (pour les isolateurs d'extérieur seulement);
- d) la charge de rupture mécanique spécifiée;
- e) la tension de perforation spécifiée (pour les isolateurs des types B seulement, voir article 9);
- f) la ligne de fuite minimale spécifiée.

*Note.* — Les caractéristiques a) b) c) dépendent de la méthode d'essai. Les tensions spécifiées doivent en conséquence se rapporter à l'une ou à l'autre des méthodes définies dans la Publication 60 (1962) de la CEI. L'essentiel de ces méthodes est rappelé aux articles 20, 31, et dans les annexes 1 et 2 de la présente recommandation.

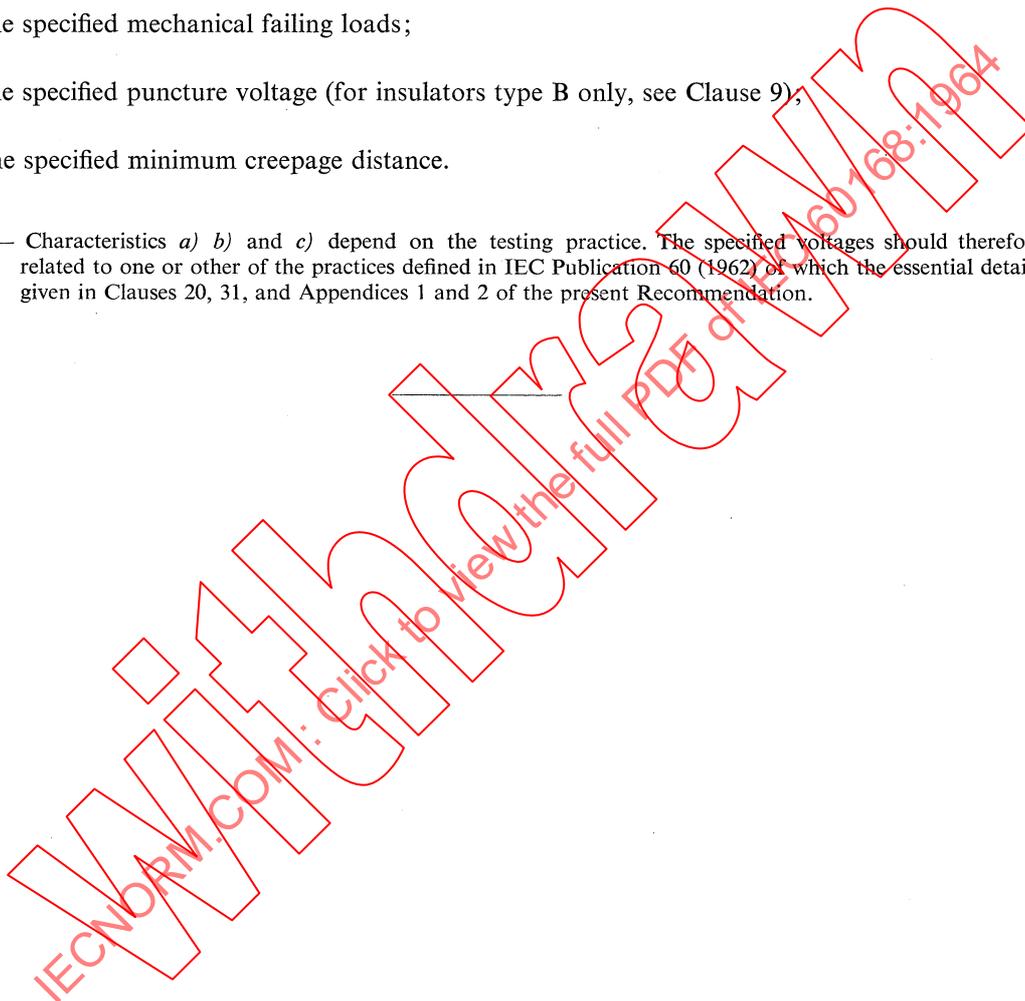
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60168:1967

4. **Values to be stated when specifying a post insulator or post insulator unit**

A post insulator or post insulator unit is characterized by the following values, where 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 (for outdoor insulators only);
- d) the specified mechanical failing loads;
- e) the specified puncture voltage (for insulators type B only, see Clause 9);
- f) the specified minimum creepage distance.

*Note.* — Characteristics a) b) and c) depend on the testing practice. The specified voltages should therefore be related to one or other of the practices defined in IEC Publication 60 (1962) of which the essential details are given in Clauses 20, 31, and Appendices 1 and 2 of the present Recommendation.



## SECTION DEUX — DÉFINITIONS

### 5. Support isolant

Un support isolant est constitué par un élément isolant unique ou par plusieurs éléments de colonnes servant à la fixation d'une pièce sous tension qui doit être isolée de la terre ou d'une autre pièce sous tension.

### 6. Élément de colonnes

Un élément de colonnes est une partie de support isolant constituée par l'assemblage d'une ou plusieurs pièces isolantes, complétée par d'autres parties (métalliques ou non) destinées à réaliser l'assemblage avec d'autres éléments.

### 7. Supports isolants ou éléments de colonnes d'extérieur

Les supports isolants ou éléments de colonnes d'extérieurs sont ceux qui sont destinés à être soumis en service aux conditions atmosphériques extérieures (pluie, neige, etc.).

### 8. Supports isolants ou éléments de colonnes d'intérieur

Les supports isolants ou éléments de colonnes d'intérieur sont ceux qui sont destinés à être installés à l'intérieur de locaux qui ne sont pas soumis à des condensations excessives.

*Note.* — Pour les installations intérieures soumises à des condensations importantes, des isolateurs d'extérieur ou des isolateurs d'intérieur d'un type spécial peuvent être utilisés.

### 9. Classification

Selon leur forme, les supports isolants ou les éléments de colonnes sont divisés en deux classes :

*Classe A.* Elle comprend tous les supports isolants et éléments de colonnes 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 de contournement dans l'air.

*Classe B.* Elle comprend tous les supports isolants ou éléments de colonnes 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 de contournement dans l'air.

### 10. Lot d'isolateurs

Un lot d'isolateurs est la quantité d'isolateurs d'un même modèle présentés à la réception; un lot peut comporter une fraction, ou la totalité de la fourniture.

### 11. Contournement

Le contournement consiste en une décharge disruptive (voir Publication 60 (1962) de la CEI), extérieure au support isolant ou à l'élément de colonnes, se produisant entre les parties qui sont normalement soumises à la tension de service.

SECTION TWO — DEFINITIONS

5. **Post insulator**

A post insulator consists of one post insulator unit or an assembly of such units and is intended to give rigid support to a live part which is to be insulated from earth or from another live part.

6. **Post insulator unit**

A post insulator unit is a constituent part of a post insulator and consists of a permanent assembly of one or more insulating parts complete with other parts (metallic or non-metallic) designed to facilitate attachment to it.

7. **Outdoor post insulators or post insulator units**

Outdoor post insulators or post insulator units are those intended to be subjected in service to the weather (rain, snow etc.).

8. **Indoor post insulators or post insulator units**

Indoor post insulators or post insulator units are intended to be installed indoors where they are not subject to excessive condensation.

*Note.* — For indoor installations subject to excessive condensation, outdoor insulators or special indoor insulators may be used.

9. **Classification**

Post insulators or post insulator units are divided into two types according to their construction :

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

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

10. **Batch**

A batch of insulators is the number of insulators of the same design offered for acceptance, a batch may consist of the whole, or part, of the quantity ordered.

11. **Flashover**

Flashover is a disruptive discharge (see IEC Publication 60 (1962)), external to the post insulator or post unit connecting those parts which normally have the operating voltage between them.

## 12. Perforation

La perforation consiste en une décharge disruptive (voir Publication 60 (1962) de la CEI), à travers la matière isolante qui constitue le support isolant ou l'élément de colonnes.

*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.

## 13. Tension de tenue au choc à sec

La tension de tenue au choc à sec est la tension de choc spécifiée qui doit être appliquée au support isolant ou à l'élément de colonnes dans les conditions prescrites à l'article 29 sans contournement ni perforation.

## 14. Tension de contournement à 50 % au choc à sec pour la polarité positive ou négative

La tension de contournement à 50 % au choc à sec pour la polarité positive ou négative est la tension de choc qui, appliquée dans les conditions prescrites par l'article 29, provoque le contournement du support isolant ou de l'élément de colonnes pour la moitié environ des chocs appliqués.

## 15. 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 tension spécifiée à fréquence industrielle qui doit être appliquée à sec ou sous pluie au support isolant ou à l'élément de colonnes dans les conditions prescrites aux articles 30 ou 31 pendant la durée spécifiée sans qu'il se produise ni contournement ni perforation.

## 16. 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 du support isolant ou de l'élément de colonnes pendant l'essai de contournement effectué dans les conditions prescrites aux articles 30 ou 31.

## 17. Charge de rupture mécanique

La charge de rupture mécanique est l'effort maximal qui peut être atteint lorsque le support isolant ou l'élément de colonnes est essayé dans les conditions prescrites à l'article 32. Cet effort correspond au maximum de la courbe des efforts de flexion en fonction de la flèche.

## 18. Tension de perforation

La tension de perforation d'un support isolant ou d'un élément de colonnes est la tension provoquant la perforation dans les conditions prescrites à l'article 30.

## 19. Ligne de fuite (d'un support isolant ou d'un élément de colonnes)

La ligne de fuite d'un support isolant ou d'un élément de colonnes est la somme des plus courtes distances le long du contour des surfaces extérieures des parties isolantes du support isolant ou de l'élément de colonnes entre les parties qui ont entre elles normalement la tension de service. Si des revêtements à haute résistance électrique sont appliqués sur les parties isolantes, 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.

## 12. Puncture

Puncture is a disruptive discharge (see IEC Publication 60 (1962)), passing through the insulating parts of a post insulator or post insulator unit.

*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.

## 13. Dry impulse withstand voltage

The dry impulse withstand voltage is the specified impulse voltage which the post insulator or post insulator unit shall withstand under the conditions specified in Clause 29 without flashover or puncture.

## 14. 50 % dry impulse flashover voltage of positive or negative polarity

The 50 % dry impulse flashover voltage of positive or negative polarity is the impulse voltage which, under the conditions prescribed in Clause 29, causes the post insulator or the post insulator unit to flash over for about half the number of applied impulses.

## 15. Dry or wet power-frequency withstand voltage

The dry or wet power-frequency withstand voltage is the specified power-frequency voltage which the post insulator or post insulator unit shall withstand, dry or wet, under the conditions prescribed in Clauses 30 or 31, for the specified time without flashover or puncture.

## 16. 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 post insulator or the post insulator unit under the conditions prescribed in Clauses 30 or 31.

## 17. Mechanical failing load

The mechanical failing load is the maximum load which can be reached when a post insulator or post insulator unit is tested under the conditions prescribed in Clause 32. It corresponds to the maximum load of a load deflection curve.

## 18. Puncture voltage

The puncture voltage of a post insulator unit is the voltage which causes puncture under the conditions prescribed in Clause 30.

## 19. Creepage distance (of a post insulator or post insulator unit)

The creepage distance of a post insulator or post insulator unit is the sum of the shortest distances along the contours of the external surfaces of the insulating parts of the post insulator or post insulator unit between those parts which normally have the operating voltage between them. If high resistance coatings are applied to the insulators, such coatings shall be considered effective creepage surfaces and the distance over them shall be included in the creepage distance.

## 20. Conditions atmosphériques normales

Les conditions atmosphériques normales, en accord avec la Publication 60 (1962) 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 millibars	1 013 millibars
Humidité	11 g/m <sup>3</sup>	15 g/m <sup>3</sup> Cette valeur équivaut à une pression partielle de 0,6085 in de mercure à 25°C

*Note.* — Une pression de 1 013 millibars est équivalente à la pression de 760 mm de mercure à 0°C. Lorsque la hauteur de la colonne barométrique est  $h$  mm de mercure et la température  $t$ °C, la pression atmosphérique en millibars est :

$$\frac{1\,013\,h}{760} (1 - 1,8 \cdot 10^{-4} t)$$

## 21. Caractéristique spécifiée

Une caractéristique spécifiée est :

- soit la valeur numérique de la tension ou de la charge mécanique ou de toute autre caractéristique spécifiée dans une recommandation de la CEI (une telle recommandation est à l'étude pour les supports isolants);
- soit la valeur numérique de toute caractéristique fixée d'un commun accord entre le fabricant et l'utilisateur.

Les tensions spécifiées s'entendent pour des conditions atmosphériques normales.

## SECTION TROIS — RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES RELATIVES AUX ESSAIS

### 22. Recommandations générales pour les essais à haute tension

- a) Les méthodes d'essais au choc et à fréquence industrielle doivent être conformes aux prescriptions de la Publication 60 (1962) de la CEI.
- b) Lorsque les conditions atmosphériques naturelles au moment de l'essai sont différentes des conditions atmosphériques normales (article 20), il est nécessaire d'appliquer des facteurs de correction conformément à l'article 25.
- c) Des précautions doivent être prises pour éviter la formation de condensations sur les surfaces des isolateurs, particulièrement lorsque l'humidité relative est élevée. Par exemple, les isolateurs doivent être maintenus 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'utilisateur, les essais ne doivent pas être effectués si l'humidité relative est supérieure à 85%.

**20. Standard atmospheric conditions for tests**

Standard atmospheric conditions for tests are as follows, in accordance with IEC Publication 60 (1962):

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

*Note.* — A pressure of 1 013 millibars 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 is  $t$  °C, the atmospheric pressure in millibars is

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

**21. Specified characteristic**

A specified characteristic is:

- either the numerical value of a voltage or of a mechanical load or of any other characteristic specified in an IEC Recommendation (such a Recommendation for post insulators is under consideration);
- or the numerical value of any such characteristic agreed between the manufacturer and the purchaser.

Specified voltages are referred to standard atmospheric conditions.

**SECTION THREE — GENERAL RECOMMENDATIONS FOR TESTS**

**22. General recommendations for high-voltage tests**

- a) Impulse voltage and power-frequency voltage test techniques shall be in accordance with IEC Publication 60 (1962).
- b) When the natural atmospheric conditions at the time of test differ from the selected values (Clause 20), it is necessary to apply correction factors in accordance with Clause 25.
- c) Precautions shall be taken to avoid formation of dew on the surfaces 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 user, tests shall not be made if the relative humidity exceeds 85%.

**23. Essais au choc**

L'onde normale 1,2/50 doit être utilisée (voir Publication 60 (1962) de la CEI).

La valeur de la tension de choc est définie par la valeur de crête mesurée au moyen d'un éclateur à sphère ou par un autre moyen prévu par la Publication 60 (1962) de la CEI.

**24. Essais à fréquence industrielle**

La tension d'essai doit être une tension alternative de fréquence comprise entre 15 et 100 Hz, à moins qu'il n'en soit spécifié autrement, par accord entre l'utilisateur 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 0,1 A pour les essais à sec et à 0,5 A pour les essais sous pluie.

**25. Facteurs de correction pour les conditions atmosphériques**

La tension de tenue et la tension de contournement dépendent des conditions atmosphériques au moment de l'essai; si elles sont différentes des conditions atmosphériques normales (voir article 20), les facteurs de correction  $d$  et  $k$  doivent être appliqués comme suit :

Article	Essai	Correction
29	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 $k$
30	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 $k$
31	Fréquence industrielle sous pluie	Tenue Multiplier la tension spécifiée par $d$
		Contournement Diviser la tension de contournement mesurée par $d$

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

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

- Pour la correction par rapport à 20°C et 1 013 millibars (pratique en Europe)

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

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

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

**23. Impulse voltage tests**

The standard 1.2/50 impulse shall be used (see IEC Publication 60 (1962)).

The value of the impulse voltage shall be its peak value as measured by a sphere gap or another method prescribed by IEC Publication 60 (1962).

**24. Power-frequency voltage tests**

The test voltage shall be an alternating voltage having a frequency in the range 15—100 Hz (c/s) unless otherwise agreed between the user 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 0.1 A if dry tests are to be made and not less than 0.5 A if wet tests are to be made.

**25. 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 20), correction factors *d* and *k* shall be applied as follows :

Clause	Test	Correction
29	Withstand	Multiply specified voltage by <i>d</i> and divide by <i>k</i>
	Flashover	Divide measured flashover voltage by <i>d</i> and multiply by <i>k</i>
30	Withstand	Multiply specified voltage by <i>d</i> and divide by <i>k</i>
	Flashover	Divide measured flashover voltage by <i>d</i> and multiply by <i>k</i>
31	Withstand	Multiply specified voltage by <i>d</i>
	Flashover	Divide measured flashover voltage by <i>d</i>

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 millibars (Practice in Europe)

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

- Correction to 25°C and 1 013 millibars (Practice in U.S.A. and Canada)

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

b) *Facteurs de correction d'humidité, k*

Les annexes 1 et 2 donnent les facteurs de correction recommandés par la Publication 60 (1962) de la CEI. Ces facteurs peuvent être employés pour les supports isolants et les éléments de colonnes en attendant des indications ultérieures.

**26. Classification des essais**

Les essais se divisent en trois groupes, à savoir :

a) *Essais du premier groupe (essais de type)*

Ces essais sont destinés à vérifier, pour un support isolant ou un élément de colonnes, les caractéristiques principales qui dépendent principalement de sa forme et de ses dimensions. Ils ne sont effectués qu'une seule fois sur des isolateurs répondant aux prescriptions de l'article 35.

b) *Essais du deuxième groupe (essais sur prélèvements)*

Ces essais sont destinés à vérifier les autres caractéristiques d'un support isolant ou d'un élément de colonnes, ainsi que la qualité des matériaux employés. Ils sont effectués sur des isolateurs prélevés au hasard dans des lots présentés en réception.

c) *Essais du troisième groupe (essais individuels)*

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

**SECTION QUATRE — ESSAIS DU PREMIER GROUPE  
(ESSAIS DE TYPE)**

**27. Généralités**

Les essais suivants doivent être effectués pour autant qu'ils soient applicables :

essai de tenue à la tension de choc (article 29);

essai de tenue pendant une minute sous tension à fréquence industrielle à sec (article 30).

essai de tenue sous tension à fréquence industrielle sous pluie (article 31); cet essai n'est applicable qu'aux supports isolants et éléments de colonnes d'extérieur;

essai de robustesse mécanique (article 32).

*Note.* — Pour certains isolateurs, la flèche prise sous charge peut être particulièrement importante. Quand il a été convenu qu'une mesure de la flèche sous charge est nécessaire, l'essai doit être effectué selon les prescriptions de l'article 33.

**28. Recommandations générales relatives aux essais électriques du premier groupe**

**28.1 Etat des isolateurs**

Au début des essais, les supports isolants et éléments de colonnes doivent être propres et secs et en équilibre de température avec le milieu environnant.

b) *Humidity correction factor, k*

Appendices 1 and 2 give correction factors as recommended in IEC Publication 60 (1962) which may be used for post insulators and post insulator units pending further information.

26. **Classification of tests**

The tests are divided into three groups as follows :

a) *Tests in Group I (type tests)*

These tests are intended to verify the principal characteristics of a post insulator or post insulator unit which depend mainly on its shape and size. They are made once only on insulators complying with the conditions specified in Clause 35.

b) *Tests in Group II (sample tests)*

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

c) *Tests in 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 FOUR — TESTS IN GROUP I  
(TYPE TESTS)

27. **General**

The following tests shall be made as applicable :

impulse voltage withstand test (Clause 29);

dry one-minute power-frequency voltage withstand test (Clause 30);

wet power-frequency voltage withstand test (Clause 31); this test is applicable only to insulators for outdoor use;

test for mechanical strength (Clause 32).

*Note.* — For certain insulators, deflection under load may be especially important. When it is agreed that a test for deflection under load is necessary, the test shall be made in accordance with Clause 33.

28. **General recommendations for electrical tests in Group I**

28.1 *Condition of the insulator*

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

## 28.2 Modalités de montage

Le support isolant ou l'élément de colonnes est monté en position verticale, sur un support métallique horizontal constitué par un fer profilé en U dont les ailes sont tournées vers le bas. Ce support métallique mis à la terre a une largeur approximativement égale au diamètre de la ferrure de base de l'isolateur essayé et une longueur au moins égale à deux fois la hauteur de cet isolateur. Il est placé à au moins 1 m au-dessus du sol.

A l'autre extrémité du support isolant ou de l'élément de colonnes, on fixe un conducteur cylindrique maintenu dans un plan horizontal, perpendiculairement au profilé métallique sur lequel l'isolateur est fixé. La longueur du conducteur doit être au moins égale à 1,5 fois la hauteur de l'isolateur et le conducteur doit dépasser l'axe d'au moins 1 m de chaque côté. Le diamètre du conducteur doit être compris entre 2 et 3 % de la hauteur de l'isolateur, avec un minimum de 12 mm.

La tension d'essai est appliquée entre le conducteur et le profilé relié à la terre. La connection de la haute tension doit être reliée à une extrémité du conducteur.

Pendant l'essai, aucun objet ne doit se trouver à une distance du support isolant ou de l'élément de colonnes inférieure à 1 m ou 1,5 fois la longueur de la colonne, si cette valeur est supérieure à la première.

*Note.* — Avec des isolateurs importants et de très hautes tensions, il peut s'avérer difficile de se conformer aux prescriptions du paragraphe 28.2. Dans ce cas, la méthode de montage doit faire l'objet d'un accord entre le fabricant et l'utilisateur et il doit être fait en sorte que le champ électrique corresponde autant que possible aux conditions rencontrées en service.

## 29. Essai de tenue à la tension de choc

Le support isolant ou l'élément de colonnes doit être essayé à sec dans les conditions prescrites à l'article 28. Le générateur de choc est d'abord réglé de manière à produire une onde normalisée 1,2/50. La tension à appliquer à l'isolateur est déterminée à partir de la tension de tenue spécifiée au choc, en appliquant les facteurs de correction pour les conditions atmosphériques au moment de l'essai (voir article 25). On applique à l'isolateur cinq chocs successifs à la tension ainsi déterminée. S'il ne se produit ni contournement, ni perforation, l'essai est considéré comme satisfaisant. S'il se produit plus d'un contournement, le support isolant ou l'élément de colonnes est considéré comme non conforme à la spécification. S'il se produit un seul contournement, on effectue une nouvelle série de 10 applications de la tension de choc. Le support isolant ou l'élément de colonnes est considéré comme conforme à la recommandation si, au cours de cette nouvelle série d'essais, il ne se produit ni contournement ni perforation.

Le support isolant ou l'élément de colonnes doit être capable de subir l'essai de tenue à la tension de choc avec des tensions de polarité positive ou de polarité négative. Cependant, quand il est évident qu'une polarité donnera la tension de contournement la plus faible, il suffira de faire l'essai avec cette polarité.

Le support isolant ou l'élément de colonnes ne doit pas être endommagé par ces essais, mais de légères traces sur la surface des parties isolantes ou de petits éclats dans le ciment utilisé pour l'assemblage des éléments sont acceptables.

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 (1962) 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 application des facteurs de correction suivant l'article 25.

## 28.2 Mounting

The post insulator or post insulator unit shall be mounted vertically upright on a horizontal earthed metal support, consisting of a channel section with the flanges pointing downwards. The earthed metal support shall have a width about equal to the diameter of the mounting face of the insulator under test and a length at least equal to twice the height of the insulator and shall be placed at least 1 m above the ground.

A cylindrical conductor maintained in the horizontal plane perpendicular to the earthed support shall be attached to the other end of the post insulator or post insulator unit. The length of the conductor shall be at least equal to 1.5 times the height of the insulator and it shall extend at least 1 m on each side of the insulator axis. The diameter of the conductor shall be 12 mm or between 2 and 3% of the height of the insulator, whichever is the greater.

The test voltage is applied between the conductor and the earthed support, the high voltage connection being made at one end of the conductor.

During the test, no other object shall be nearer to the post insulator or the post insulator unit than 1 m or 1.5 times the height of the insulator, whichever is the greater.

*Note.* — Difficulties may be met in complying with Sub-clause 28.2 with large insulators and very high voltages. In such cases the method of mounting shall be the subject of agreement between manufacturer and purchaser, bearing in mind that the electric field should correspond as far as practicable to service conditions.

## 29. Impulse voltage withstand test

The post insulator or post insulator unit shall be tested dry under the conditions prescribed in Clause 28. 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 25). 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 specification. If only one flashover occurs, a new series of 10 impulses shall be applied. The post insulator or post insulator unit is considered to comply with the Recommendation if during this new series of tests there is no flashover or puncture.

The post insulator or post insulator unit 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.

The insulator shall not be damaged by these tests, but slight marking of the surface of the insulating parts or chipping of the cement used for assembly shall be permitted.

To provide information when specially requested, the 50% impulse flashover voltages for positive and negative polarities may be determined by a suitable procedure (see IEC Publication 60 (1962)).

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 25.

### 30. Essai de tenue pendant une minute sous tension à fréquence industrielle à sec

Le support isolant ou l'élément de colonnes doit être essayé à sec conformément aux prescriptions de l'article 28.

La tension de tenue une minute à appliquer au support isolant ou à l'élément de colonnes est déterminée à partir de la tension de tenue spécifiée une minute à fréquence industrielle à sec, en tenant compte des conditions atmosphériques au moment de l'essai (voir article 25).

On applique une tension égale à environ 75% de la tension de tenue ainsi déterminée et on augmente la tension progressivement pour atteindre cette valeur en un temps au moins égal à 5 secondes. La tension d'essai est maintenue à cette valeur pendant 1 minute. Il ne doit se produire aucun contournement ni perforation.

A titre d'information et sur demande spéciale, la tension de contournement à sec du support isolant ou de l'élément de colonnes peut être déterminée en augmentant progressivement et régulièrement la tension à partir de 75% de la tension de tenue une minute à sec pour atteindre le contournement en un temps au moins égal à 5 secondes. Cette détermination est faite à cinq reprises successives; 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 25).

### 31. Essai de tenue sous tension à fréquence industrielle sous pluie

Le support isolant ou l'élément de colonnes est disposé conformément aux prescriptions de l'article 28 et exposé à la pluie artificielle au moins 1 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 (1962) de la CEI qui sont réunies dans le tableau suivant. Deux catégories y figurent, l'une correspondant à la pratique en usage dans la majorité des pays européens, l'autre correspondant à la pratique en usage aux Etats-Unis.

Caractéristiques	Pratique	
	En Europe	Aux Etats-Unis et au Canada
1. Débit d'aspersion (mm/min) Composante verticale	3 ± 10%	5 ± 10%
2. Direction du jet	Environ 45° sur la verticale	
3. Résistivité de l'eau (ohms-cm)	10 000 ± 10%	17 800 ± 15%
4. Température de l'eau (°C)	ambiante ± 15°C	ambiante ± 15°C
5. Durée de l'essai de tenue sous pluie	1 minute	10 secondes

*Note.* — Une proposition de réduire la tolérance ± 15°C sur la température de l'eau a été acceptée par le Comité d'Etudes N° 36, mais n'a pas été introduite dans la présente recommandation afin d'éviter une contradiction entre cette publication et la Publication 60 (1962).

La tension d'essai à appliquer au support isolant ou à l'élément de colonnes est déterminée à partir de la tension de tenue spécifiée à fréquence industrielle sous pluie, en tenant compte des conditions atmosphériques au moment de l'essai (voir article 25).

On applique une tension égale à environ 75% de la tension de tenue ainsi déterminée, et l'on augmente la tension progressivement pour atteindre cette valeur en un temps au moins égal à 5 secondes. La tension d'essai est maintenue à cette valeur pendant la durée spécifiée de l'essai.

### 30. Dry one-minute power-frequency voltage withstand test

The post insulator or post insulator unit shall be tested dry under the conditions prescribed in Clause 28.

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 25).

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 seconds. The test voltage shall be maintained at this value for 1 minute. Flashover or puncture shall not occur.

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 seconds. The dry flashover voltage shall be the arithmetic mean of five consecutive readings and the value, after correction to standard atmospheric conditions (see Clause 25), shall be recorded.

### 31. Wet power-frequency voltage withstand test

The post insulator or post insulator unit shall be arranged as prescribed in Clause 28 and exposed for at least 1 minute before application of voltage and throughout the test to artificial rain. The characteristics of the artificial rain shall be in accordance with the recommendations of IEC Publication 60 (1962) as summarized in the following table. Two sets of characteristics are given, one in general accordance with practice in a majority of European countries, the other with practice in the U.S.A.

	Practice	
	In Europe	In U.S.A. and Canada
1. Precipitation rate (mm/min) Vertical component	3 ± 10%	5 ± 10%
2. Direction of spray	about 45° to the vertical	
3. Resistivity of water (ohm-cm)	10 000 ± 10%	17 800 ± 15%
4. Temperature of water (°C)	ambient ± 15°C	ambient ± 15°C
5. Duration of wet withstand test	1 minute	10 seconds

*Note.* — A proposal to reduce the ± 15°C tolerance on water temperature was accepted by Technical Committee No. 36 but has not been included in the present Recommendation in order to avoid a discrepancy between this publication and Publication 60 (1962).

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 25).

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 seconds. The test voltage shall be maintained at this value for the specified duration of the test.

Au cours de l'application de la tension d'essai, il ne doit se produire aucun contournement ni perforation.

A titre d'information, sur demande spéciale, la tension de contournement sous pluie d'un support isolant ou d'un élément de colonnes peut être déterminée en augmentant la tension progressivement et régulièrement à partir de 75 % de la tension de tenue sous pluie, pour atteindre la tension de contournement en un temps au moins égal à 5 secondes. Cette détermination est faite à cinq reprises successives; 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 25).

*Note.* — Les essais sous pluie ne sont applicables qu'aux supports isolants et éléments de colonnes d'extérieur.

### 32. Essai de robustesse mécanique

Le support isolant ou l'élément de colonnes est fixé sur le socle de la machine d'essai par son dispositif normal de fixation.

L'effort doit être appliqué progressivement à partir d'une valeur au plus égale à la moitié de la charge de rupture spécifiée et augmenté jusqu'à ce que la valeur de rupture spécifiée soit atteinte. L'essai est déclaré satisfaisant lorsque la charge de rupture spécifiée est atteinte.

Tout isolateur essayé jusqu'à la valeur de rupture spécifiée sera inutilisable ensuite en service.

A titre d'information et sur demande spéciale, l'effort peut être augmenté jusqu'à ce que la charge de rupture mécanique définie à l'article 17 soit atteinte et cette valeur est notée.

L'essai de robustesse mécanique d'un support isolant ou d'un élément de colonnes doit consister en un seul des trois essais suivants. Sauf spécification contraire, l'essai exécuté sera l'essai de flexion.

#### *Essai de flexion*

L'effort de flexion doit être appliqué à l'extrémité libre du support isolant ou de l'élément de colonnes, perpendiculairement à son axe et suivant une direction passant par cet axe.

*Note.* — Cet essai peut être exécuté sur la colonne complète ou, dans le cas d'un assemblage d'éléments multiples, il peut être exécuté sur les éléments unitaires. Si l'assemblage ne comporte qu'un seul type d'éléments, une pièce additionnelle sera rapportée pour permettre d'appliquer l'effort à une distance de la base égale à la hauteur de la colonne complète. Si un assemblage comporte des éléments différents, chaque type sera essayé au moyen d'une pièce rapportée permettant d'appliquer l'effort dans les conditions qui correspondent à la contrainte maximale supportée par cet élément dans la colonne.

#### *Essai de torsion*

Le couple de torsion doit être appliqué au support isolant ou à l'élément de colonnes en évitant tout effort de flexion.

#### *Essai de traction ou de compression*

L'effort de traction ou de compression doit être appliqué suivant l'axe du support isolant ou de l'élément de colonnes.

### 33. Mesure de la flèche sous charge

Cet essai, qui n'est pas normalement effectué, doit faire l'objet d'un accord entre le fabricant et l'utilisateur (voir article 27).

Lorsqu'il est effectué, la méthode suivante doit être appliquée :

La colonne complète est soumise à un effort de flexion dans les conditions de l'article 32. La flèche doit être mesurée au niveau du point d'application de l'effort. Pendant l'augmentation de la charge, elle doit être notée pour des valeurs de charge égales à 20 % et 50 % de la charge de rupture spécifiée.

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 seconds. The flashover voltage shall be the arithmetic mean of five consecutive readings and the value, after correction to standard atmospheric conditions (see Clause 25), shall be recorded.

*Note.* — Wet tests are applicable only to outdoor post insulators or post insulator units.

### 32. Test for mechanical strength

The post insulator or post insulator unit shall be attached to the mounting face of the testing machine by its normal method of mounting.

The load shall be applied gradually, starting from a value not greater than half the specified failing load, and shall be increased until the specified failing load is reached. The insulator passes the test if the specified failing load is reached.

An insulator which has been tested to its specified failing load shall not subsequently be used in service.

To provide information when specially requested, the load may be increased until the failing load as defined in Clause 17 is reached and the value recorded.

The test for mechanical strength of a post insulator or post insulator unit shall consist of one of the three following tests. Unless otherwise agreed, the test will be the bending test.

#### *Bending test*

The load shall be applied to the free end of the post insulator or post insulator unit. The direction of loading shall pass through the axis of the insulator and shall be at right angles to it.

*Note.* — This test may be carried out on the complete post insulator or, in the case of multi-unit stacks, it may be carried out on individual units. Where the stack contains only one type of unit, an extension piece shall be provided to enable the load to be applied at a distance above the mounting plate equal to the height of the complete post insulator. Where a stack contains more than one type of unit, each type shall be tested with an extension piece to enable the load to be applied at a distance from the unit corresponding to its position of maximum stressing in the stack.

#### *Torsion test*

The post insulator or post insulator unit shall be subjected to a torsional load avoiding all bending moment.

#### *Tensile or compressive test*

The post insulator or post insulator unit shall be subjected to a tensile or compressive load along its axis.

### 33. Test for deflection under load

This test, which is not normally required, is subject to agreement between manufacturer and user (see Clause 27).

When the test is made, the method is as follows :

The complete post insulator shall be subjected to a bending load as described in Clause 32. The deflection shall be measured at the point at which the load is applied and, as the load is increased, the deflections shall be recorded when it reaches 20% and 50% of the specified failing load.

## SECTION CINQ — ESSAIS DU DEUXIÈME GROUPE (ESSAIS SUR PRÉLÈVEMENTS)

### 34. Généralités

Le nombre de pièces prélevées pour les essais doit faire l'objet d'un accord entre le fabricant et l'utilisateur. L'utilisateur peut choisir les pièces qui seront soumises aux essais.

Les pièces prélevées doivent d'abord subir avec succès les essais du troisième Groupe (article 41). Dans ce cas, les isolateurs de type A sont également soumis à l'essai électrique individuel qui n'est pas normalement applicable (article 43). Ils sont, ensuite, soumis aux essais suivants :

- 1) vérification des dimensions (article 35);
- 2) essai de résistance aux variations brusques de température (article 36);
- 3) essai de robustesse mécanique (article 32);
- 4) essai de perforation (article 37). Pour les isolateurs de la classe B seulement (article 9);
- 5) vérification de l'absence de porosité (article 38), pour les isolateurs en céramiques seulement;
- 6) vérification de la qualité de la galvanisation (article 39).

Chacun des supports isolants ou des éléments de colonnes prélevés est soumis aux essais 1 et 2. La répartition des pièces prélevées pour les essais 3, 4, 5 et 6 doit faire l'objet d'un accord entre l'utilisateur et le fabricant.

Lorsqu'un isolateur ou une pièce métallique ne satisfait pas à l'un quelconque des essais du deuxième Groupe (essais sur prélèvements), il est procédé à une contre-épreuve suivant l'article 40.

### 35. Vérification des dimensions

Il doit être vérifié que le support isolant ou l'élément de colonnes est conforme au dessin du type, notamment en ce qui concerne toute dimension faisant l'objet de tolérances particulières (par exemple, hauteur) ou tout détail concernant l'interchangeabilité (par exemple, nombre de trous de fixation et diamètre du cercle de fixation).

Sauf spécification contraire, une tolérance de  $\pm (0,03 d + 0,3)$  mm ( $d$  étant les dimensions exprimées en millimètres) est admise sur toutes les dimensions pour lesquelles aucune tolérance particulière n'a été fixée.

### 36. Essai de résistance aux variations brusques de température

a) L'essai ci-après est applicable aux supports isolants ou éléments de colonnes en :

- matière céramique,
- verre sodocalcique trempé,
- verre boro-silicate recuit.

Dans le cas de supports isolants composés de plusieurs éléments, l'essai doit être effectué sur les éléments séparés. Les isolateurs sont plongés brusquement et sans l'intermédiaire d'aucun récipient, dans un bain d'eau maintenu à une température supérieure de 50 degrés Celsius à celle de l'eau froide et restent immergés pendant  $(15 \pm 0,7 m)$  minutes et, au maximum, 30 minutes ( $m$  étant la masse de l'isolateur en kg). Ils sont ensuite retirés et plongés brusquement et sans l'intermédiaire d'aucun récipient, dans le bain d'eau froide. Ils doivent rester immergés dans ce bain pendant le même nombre de minutes.

SECTION FIVE — TESTS IN GROUP II  
(SAMPLE TESTS)

**34. General**

The number of pieces selected for test shall be agreed between the manufacturer and the purchaser. The purchaser may choose the pieces to be tested.

The test samples shall first withstand the tests in Group III (Clause 41). For this purpose, insulators type A shall be subjected to the electrical routine test (Clause 43) which is not normally applicable to them. They shall then be subjected to the following tests :

- 1) verification of dimensions (Clause 35);
- 2) temperature cycle test (Clause 36);
- 3) test for mechanical strength (Clause 32);
- 4) puncture test (Clause 37). For insulators type B only (Clause 9);
- 5) porosity test (Clause 38), for ceramic insulators only;
- 6) galvanizing test (Clause 39).

Each of the selected post insulators or post insulator units shall be subjected to tests 1 and 2, the distribution of the selected samples among tests 3, 4, 5 and 6 shall be agreed between the purchaser and manufacturer.

In the event of an insulator or metal part failing to meet any of the tests in Group II (Sample tests), re-testing in accordance with Clause 40 is permissible.

**35. Verification of dimensions**

It shall be verified that the post insulator or post insulator unit is in accordance with relevant drawings, particularly as regards any dimensions to which special tolerances apply (e.g. height) and details affecting interchangeability (e.g. number of bolts and bolt circle diameter).

Unless otherwise agreed, a tolerance of  $\pm (0.03 d + 0.3)$  mm is allowed on all dimensions for which special tolerances do not apply ( $d$  being the dimensions in mm).

**36. Temperature cycle test**

- a) Test applicable to post insulators or post insulator units composed of :
- ceramic material,
  - toughened lime-soda glass,
  - or annealed borosilicate glass.

In the case of multi-unit post insulators, the test shall be made on the individual post insulator units. They shall be quickly and completely immersed, without being placed in an intermediate container, in a water bath maintained at a temperature 50 Celsius degrees higher than that of the cold water and left submerged for  $(15 + 0.7 m)$  minutes or a maximum of 30 minutes ( $m$  being the mass of the insulator in kg). They shall then be withdrawn and quickly and completely immersed, without being placed in an intermediate container, in the bath of cold water. They shall remain immersed in this cold bath for the same number of minutes.

Cette alternance de chaud et de froid est exécutée trois fois de suite. La durée de passage d'un bain à l'autre doit être aussi brève que possible et ne doit jamais dépasser 30 secondes.

Le volume d'eau contenu dans les cuves d'essai doit être suffisant pour que l'immersion des isolateurs ne provoque pas une variation de température de l'eau supérieure à 5 degrés Celsius.

Après le troisième bain froid, les isolateurs sont examinés pour vérifier qu'ils ne sont pas fendus et qu'ils n'ont subi aucun dommage.

Les isolateurs de la classe B sont ensuite soumis à l'essai électrique individuel à fréquence industrielle (article 43).

Les isolateurs de la classe A, pour lesquels l'essai électrique n'est pas applicable, doivent être soumis à l'essai de robustesse mécanique individuel (article 44).

b) L'essai ci-après est applicable aux supports isolants ou éléments de colonnes en verre sodocalcique recuit.

Dans le cas de supports isolants composés de plusieurs éléments, l'essai doit être effectué sur les éléments séparés.

Les isolateurs sont plongés brusquement, et sans l'intermédiaire d'aucun récipient, dans un bain d'eau maintenu à une température de 35 degrés Celsius plus élevée que la température de la pluie artificielle utilisée pour la suite de l'essai, et restent immergés pendant 15 minutes dans ce bain.

Ils sont ensuite retirés et exposés aussitôt pendant 15 minutes à une pluie artificielle d'intensité 3 mm par minute.

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

Le volume d'eau dans la cuve d'essai doit être suffisant pour que l'immersion des isolateurs ne provoque pas une variation de température de l'eau supérieure à 5 degrés Celsius.

Notes 1. — La question des essais de résistance aux variations brusques de température pour des isolateurs en verre sodocalcique recuit est encore à l'étude. L'essai décrit ci-dessus a été proposé par les fabricants d'isolateurs en verre sodocalcique recuit après essais et recherches spéciales. Il doit être considéré comme provisoire pour rassembler, pendant quelques années, les expériences nécessaires qui permettront de faire, à la prochaine révision, une rédaction définitive.

2. — Les utilisateurs doivent choisir des isolateurs fabriqués en une matière convenant aux écarts de température prévus en service.

3. — Pour des supports isolants ou éléments de colonnes de très grande dimension, les essais décrits en a) et b) ci-dessus peuvent être trop sévères. Un essai de sévérité réduite peut, alors, être appliqué, après accord entre le fabricant et l'utilisateur. Les supports isolants ou éléments de colonnes pourront être considérés comme étant de grande dimension si, au moins, l'une des conditions suivantes est remplie :

$L$  plus grand que 120 cm       $L$  = longueur de l'élément de colonnes

$D^2L$  plus grand que 400 000 cm<sup>3</sup>       $D$  = le plus grand diamètre extérieur

$\varnothing$  plus grand que 3 cm       $\varnothing$  = la plus grande épaisseur définie par le diamètre du plus grand cercle qui peut être inscrit dans le tracé de la coupe passant par l'axe de l'isolateur

$d$  plus grand que 12 cm       $d$  = diamètre du fût pour les isolateurs à fût massif.

4. — L'interdiction d'utiliser un récipient ne s'oppose pas à l'emploi d'un panier grillagé ayant un coefficient thermique faible et laissant pénétrer l'eau facilement.

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 seconds.

The quantity of water in the test tanks shall be sufficiently large for the immersion of the insulators not to cause a temperature variation exceeding 5 Celsius degrees in the water.

After withdrawal from the third cold bath, the insulators shall be examined to verify that they are not cracked or otherwise damaged.

Insulators of type B shall afterwards pass the power-frequency electrical routine test (Clause 43).

Insulators of type A, for which the electrical test is not applicable, shall afterwards pass the mechanical routine test (Clause 44).

b) Test applicable to post insulators or post insulators units composed of annealed lime soda glass.

In the case of multi-unit post insulators, the test shall be made on the individual post insulator units.

The post insulator or post insulator unit shall be quickly and completely immersed, without being placed in an intermediate container, in a water bath maintained at a temperature of 35 Celsius degrees higher than that of the artificial rain which is used in the rest of the test and left submerged for a period of 15 minutes in this bath.

They shall then be withdrawn and quickly exposed for 15 minutes to artificial rain of intensity 3 mm per minute.

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 seconds.

The quantity of water in the test tank shall be sufficiently large for the immersion of insulators not to cause a temperature variation of more than 5 Celsius degrees in the water.

*Notes 1.* — The question of temperature cycle tests for insulators of annealed lime soda glass is still under consideration. The test described above has been proposed by the manufacturers of insulators in annealed lime soda glass after having made special tests and investigation of the problem. It is to be considered as being of a provisional nature for a number of years in order to obtain the experience necessary for drafting a definitive test for the next edition of the Recommendation.

2. — Users should choose insulators composed of a material suitable for the temperature changes likely to be encountered in service.

3. — For very large post insulators or post 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 post insulators or post insulator units shall be considered as those having one of the following dimensions :

$L$  greater than 120 cm       $L$  = length of post insulator unit

$D^2L$  greater than 400 000 cm<sup>3</sup>       $D$  = greatest external diameter

$\varnothing$  greater than 3 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 insulator

$d$  greater than 12 cm       $d$  = core diameter for solid core insulators.

4. — The restriction not to use 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. Essai de perforation à fréquence industrielle

Cet essai ne doit être appliqué qu'aux isolateurs de la classe B (article 9).

Les isolateurs, préalablement nettoyés et séchés, sont immergés dans un récipient contenant un diélectrique apte à empêcher des décharges superficielles sur l'isolateur. Si le récipient est métallique, 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.

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

On élève la tension aussi rapidement que le permet la lecture sur l'instrument de mesure, jusqu'à la tension de perforation spécifiée. Aucune perforation ne doit avoir lieu au-dessous de cette 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 à titre indicatif.

### 38. Vérification de l'absence de porosité

Des fragments de porcelaine des isolateurs ou, sur accord particulier, des pièces témoins fabriquées et cuites dans les mêmes conditions, sont immergés dans une solution alcoolique de fuchsine à 1 % en poids (1 gramme de fuchsine dans 100 grammes d'alcool dénaturé), la solution étant soumise à une pression d'au-moins  $15 \cdot 10^6$  pascals, pendant une durée telle que le produit de la durée en heures par la pression en pascals ne soit pas inférieur à  $180 \cdot 10^6$ .

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

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

*Note.* — Cet essai ne s'applique qu'aux isolateurs en céramique.

### 39. Vérification de la qualité de la galvanisation

Les parties métalliques galvanisées des isolateurs doivent être débarrassées de tout corps gras en les plongeant dans de la benzine ( $C_6H_6$ ) ou tout autre dissolvant, essuyées avec une toile douce propre, plongées dans une solution à 2 % d'acide sulfurique pendant 15 secondes, puis soigneusement rincées à l'eau courante et ensuite essuyées avec une toile douce propre.

Chacune de ces pièces métalliques est ensuite immergée à quatre reprises différentes, pendant 1 minute, dans une solution neutre et filtrée de sulfate de cuivre ayant une masse volumique de  $1,170 \pm 0,010$  g/cm<sup>3</sup> à 20°C.

Toutes précautions doivent être prises pour que, pendant l'essai, la température de la solution de sulfate de cuivre ne diminue pas au-dessous de 18°C et n'augmente pas au-delà de 22°C, et que, ni les pièces essayées, ni la solution, ne soient agitées.

La solution de sulfate de cuivre est obtenue en dissolvant environ 350 g de sulfate de cuivre cristallisé ( $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ ) dans 1 litre d'eau distillée. La neutralisation de la solution est assurée par l'addition d'environ 1 gramme par litre de carbonate de cuivre, d'hydrate de cuivre ou d'oxyde de cuivre noir.

Le volume de solution doit être d'au-moins 6 cm<sup>3</sup> par cm<sup>2</sup> 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.

### 37. Power-frequency puncture test

This test shall be applied only to insulators type B (Clause 9).

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.

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 minimum puncture voltage. No puncture shall occur below the specified minimum puncture voltage.

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

### 38. Porosity test

Porcelain fragments from the insulators or, by agreement, from representative pieces of porcelain fired adjacent to them shall be immersed in a 1% alcohol solution of fuchsin (1 gramme fuchsin in 100 grammes methylated spirit) under a pressure of not less than  $15 \cdot 10^6$  pascals for a time such that the product of the test duration in hours and the test pressure in pascals is not less than  $180 \cdot 10^6$ .

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.

*Note.* — This test applies to ceramic insulators only.

### 39. Galvanizing test

The galvanized metal parts shall be cleaned by being dipped into benzene ( $C_6H_6$ ) or other suitable grease solvent, wiped dry with a clean soft cloth, dipped into a 2% solution of sulphuric acid for 15 seconds and then thoroughly rinsed in clean water. Finally the parts shall be wiped dry with a clean soft cloth.

Each part shall then be completely immersed four times, for a period of 1 minute for each immersion, in a neutral filtered solution of copper sulphate having a density of  $1.170 \pm 0.010$  g/cm<sup>3</sup> at 20°C.

During the test, the temperature of the copper sulphate shall not be allowed to fall below 18°C or to rise above 22°C and neither the metal part nor the solution shall be agitated.

The solution of copper sulphate is prepared by dissolving about 350 grammes of copper sulphate crystals ( $CuSO_4 \cdot 5 H_2O$ ) per litre of distilled water. Neutralization of the solution is achieved by adding about 1 gramme per litre of copper carbonate, copper hydrate or black copper oxide.

At least 6 cm<sup>3</sup> of solution shall be provided for each square centimetre of galvanised surface undergoing test. The shortest distance between any part of the test surface and the sides of the container shall not be less than 2.5 cm.

Après chaque immersion, la pièce doit être lavée et brossée sous l'eau courante, puis séchée avec soin, et, sauf à la fin de la dernière immersion, immédiatement replongée dans la solution.

Après la quatrième immersion, aucun dépôt adhérent de cuivre rouge saumon résistant au brossage sous l'eau courante ne doit apparaître sur le métal de base. Il ne doit pas être tenu compte d'un dépôt local qui pourrait apparaître sur des angles vifs après la troisième ou la quatrième immersion.

#### 40. Contre-épreuve

- a) Si un seul isolateur ou une seule ferrure ne satisfait pas à l'un quelconque des essais du deuxième Groupe (essais sur prélèvements) prescrits à l'article 34, une contre-épreuve doit être effectuée sur un nouveau prélèvement double du premier. La contre-épreuve comprendra l'essai auquel la pièce n'a pas satisfait, précédé des essais de l'article 34 qui peuvent être considérés comme ayant influencé les résultats de l'essai original.

*Note.* — Si l'échec de l'essai de galvanisation a été provoqué par une charge mécanique dépassant la charge de l'essai individuel effectué auparavant, la contre-épreuve peut être effectuée sur des ferrures non assemblées.

- b) Si deux ou plusieurs isolateurs ou parties métalliques ne satisfont pas à un quelconque des essais du deuxième Groupe (essais sur prélèvements) prescrits à l'article 34 ou si un ou plusieurs résultats ne sont pas satisfaisants après la contre-épreuve décrite au paragraphe a) ci-dessus, le lot entier est retiré pour être soumis à un nouvel examen par le fabricant, après quoi le lot, soit en totalité, soit en partie, pourra de nouveau être soumis aux essais. Le nouveau prélèvement doit être le triple de la quantité prélevée au début. La contre-épreuve comprendra les essais auxquels les pièces n'ont pas satisfait, précédés des essais de l'article 34 qui peuvent être considérés comme ayant influencé les résultats des essais originaux.

### SECTION SIX — ESSAIS DU TROISIÈME GROUPE (ESSAIS INDIVIDUELS)

#### 41. Généralités

Tous les isolateurs doivent être soumis aux essais suivants, pour autant qu'ils sont applicables :

- 1) examen de l'aspect extérieur (article 42);
- 2) essai électrique individuel (article 43);
- 3) essai mécanique individuel (article 44).

*Note.* — Des essais aux ultra-sons et d'autres essais non destructifs sont à l'étude.

#### 42. Examen de l'aspect extérieur

L'examen de l'aspect extérieur doit être effectué sur chacun des supports isolants ou éléments de colonnes. La couleur de l'isolateur doit correspondre sensiblement à celle qui est spécifiée sur le dessin. De légères variations dans la teinte de l'émail sont autorisées et ne peuvent faire l'objet d'un refus.

- a) *Supports isolants ou éléments de colonnes avec parties isolantes en céramique*

Les surfaces devant être émaillées d'après les spécifications du dessin doivent être recouvertes par un émail lisse et dur, sans craquelures ou autres défauts préjudiciables à une bonne tenue en service.

Pour les surfaces qui doivent être émaillées d'après le dessin, la surface totale des manques d'émail ne doit pas dépasser :

$$1 + \frac{D \cdot L}{1\,000} \text{ cm}^2$$