

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 213

Première édition — First edition

1966

**Essais des isolateurs à fût massif pour les lignes aériennes de
traction électrique de tension nominale supérieure à 1 000 V**

**Tests on solid-core insulators for overhead electric traction lines
with a 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

IEC NORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60213:1966

Withdrawn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 213

Première édition — First edition

1966

**Essais des isolateurs à fût massif pour les lignes aériennes de
traction électrique de tension nominale supérieure à 1 000 V**

**Tests on solid-core insulators for overhead electric traction lines
with a voltage greater than 1 000 V**



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembé
Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	6
PRÉFACE	6
SECTION UN — GÉNÉRALITÉS	
Articles	
1. Domaine d'application	8
2. Objet	8
3. Valeurs des tensions	8
4. Valeurs à déterminer pour caractériser un isolateur à fût massif	8
5. Scellement des isolateurs	10
SECTION DEUX — DÉFINITIONS	
6. Lot d'isolateurs	10
7. Contournement	10
8. Tension de tenue au choc à sec	10
9. Tension de contournement à 50% au choc, à sec, pour la polarité positive ou négative	10
10. Tension de tenue à fréquence industrielle à sec ou sous pluie	10
11. Tension de contournement à fréquence industrielle à sec ou sous pluie	10
12. Charge de rupture mécanique	12
13. Ligne de fuite d'un isolateur	12
14. Conditions atmosphériques normales	12
15. Caractéristique spécifiée	12
SECTION TROIS — RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES RELATIVES AUX ESSAIS	
16. Recommandations générales pour les essais à haute tension	12
17. Essais au choc	14
18. Essais à fréquence industrielle	14
19. Facteurs de correction pour les conditions atmosphériques	14
20. Classification des essais	16
SECTION QUATRE — ESSAIS DU GROUPE I (ESSAIS DE TYPE)	
21. Généralités	16
22. Recommandations générales relatives aux essais électriques du groupe I	18
23. Essai de tenue à la tension de choc	18
24. Essai de tenue pendant une minute sous tension à fréquence industrielle à sec	20
25. Essai de tenue sous tension à fréquence industrielle sous pluie	20

CONTENTS

	Page
FOREWORD	7
PREFACE	7
SECTION ONE — GENERAL	
Clause	
1. Scope	9
2. Object	9
3. Values of voltage	9
4. Values to be stated when specifying a solid-core insulator	9
5. Assembly of insulators	11
SECTION TWO — DEFINITIONS	
6. Batch	11
7. Flashover	11
8. Dry impulse withstand voltage	11
9. 50% dry impulse flashover voltage of positive or negative polarity	11
10. Dry or wet power-frequency withstand voltage	11
11. Dry or wet power-frequency flashover voltage	11
12. Mechanical failing load	13
13. Creepage distance of an insulator	13
14. Standard atmospheric conditions	13
15. Specified characteristic	13
SECTION THREE — GENERAL RECOMMENDATIONS FOR TESTS	
16. General recommendations for high-voltage tests	13
17. Impulse voltage tests	15
18. Power-frequency voltage tests	15
19. Correction of test voltages for atmospheric conditions	15
20. Classification of tests	17
SECTION FOUR — TESTS IN GROUP I (TYPE TESTS)	
21. General.	17
22. General recommendations for electrical tests in Group I	19
23. Impulse voltage withstand test	19
24. Dry one minute power-frequency voltage withstand test	21
25. Wet power-frequency voltage withstand test	21

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

26. Généralités	22
27. Vérification des dimensions	24
28. Essai de résistance aux variations brusques de température	24
29. Essais de rupture par contrainte mécanique	24
30. Vérification de l'absence de porosité	26
31. Examen du scellement (essai facultatif)	28
32. Vérification de la qualité de la galvanisation	28
33. Contre-épreuve	32

SECTION SIX — ESSAIS DU GROUPE III (ESSAIS INDIVIDUELS)

34. Généralités	32
35. Examen de l'aspect extérieur	32
36. Vérification systématique de l'absence de porosité (essai facultatif)	34
37. Essai aux ultra-sons (essai facultatif)	34
38. Essai mécanique	34
39. Acceptation ou refus d'un lot après les essais du groupe III	36

ANNEXES: A — Facteur de correction d'humidité, k , selon la pratique en Europe	38
B — Facteur de correction d'humidité, k , selon la pratique aux Etats-Unis et au Canada	40

With NORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60213:1966

SECTION FIVE — TESTS IN GROUP II (SAMPLE TESTS)

26. General.	23
27. Verification of dimensions.	25
28. Temperature cycle test	25
29. Tests for mechanical strength	25
30. Porosity test.	27
31. Examination of the assembly (optional test)	29
32. Galvanizing test	29
33. Re-test procedure	33

SECTION SIX — TEST IN GROUP III (ROUTINE TESTS)

34. General.	33
35. Visual inspection.	33
36. Routine porosity test (optional test)	35
37. Ultrasonic test (optional test)	35
38. Mechanical test	35
39. Acceptance or rejection of a batch after tests in Group III	37

APPENDIX: A — Humidity correction factor k according to practice in Europe	39
--	----

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

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**ESSAIS DES ISOLATEURS A FÛT MASSIF POUR LES LIGNES
AÉRIENNES DE TRACTION ÉLECTRIQUE 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 C E I : Isolateurs, à la suite d'une demande adressée à la C E I par l'Union Internationale des Chemins de fer.

Les travaux ont été commencés en 1961 par un Groupe de Travail constitué à la suite des décisions prises lors de la réunion tenue à la Nouvelle-Delhi en 1960.

Un projet fut discuté lors de la réunion tenue à Bucarest en 1962 et fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en décembre 1962. A la suite des observations reçues, des modifications furent diffusées aux Comités nationaux suivant la Procédure des Deux Mois en janvier 1965.

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

Afrique du Sud
Allemagne
Australie
Belgique
Canada
Danemark
Finlande
France
Italie
Japon

Norvège
Pays-Bas
Portugal
Roumanie
Royaume-Uni
Suisse
Tchécoslovaquie
Turquie
Union des Républiques Socialistes Soviétiques

L'attention est attirée sur le fait que, lors de la réunion tenue à Tokyo en 1965, il a été décidé que les recommandations concernant les isolateurs à fût massif pour lignes aériennes de traction électrique seraient incorporées dans le texte général des recommandations relatives aux isolateurs pour lignes aériennes, actuellement à l'étude, et destinées à remplacer les publications 75 et 87 de la C E I.

Lorsque ce nouveau texte aura été publié, les présentes recommandations n'auront donc plus d'objet et perdront leur validité.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**TESTS ON SOLID-CORE INSULATORS FOR OVERHEAD ELECTRIC
TRACTION LINES WITH A VOLTAGE GREATER THAN 1 000 V**

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote this international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees having as yet no national rules, when preparing such rules, should use the IEC 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, in accordance with a request addressed to the IEC by the International Union of Railways.

A Working Group, formed in accordance with the decisions taken at the meeting held in New Delhi in 1960, started work in 1961.

A draft was discussed at the meeting held in Bucharest 1962 and was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in December 1962. As a result of the comments received, amendments were submitted to the National Committees for approval under the Two Months' Procedure in January 1965.

The following countries voted explicitly in favour of publication;

Australia	Netherlands
Belgium	Norway
Canada	Portugal
Czechoslovakia	Romania
Denmark	South Africa
Finland	Switzerland
France	Turkey
Germany	Union of Soviet Socialist Republics
Italy	United Kingdom
Japan	

Attention is drawn to the fact that, during the meeting held in Tokyo in 1965, it was decided that the recommendations for solid-core insulators for overhead electric traction lines would be incorporated in the general text of the recommendations dealing with insulators for overhead lines, under preparation, which will replace IEC Publications 75 and 87.

As soon as this new text is issued, the present Recommendation will become out of date and will therefore lose its validity.

ESSAIS DES ISOLATEURS A FÛT MASSIF POUR LES LIGNES AÉRIENNES DE TRACTION ÉLECTRIQUE DE TENSION NOMINALE SUPÉRIEURE A 1 000 V

SECTION UN — GÉNÉRALITÉS

1. Domaine d'application

La présente recommandation est applicable aux isolateurs à fût massif en porcelaine ou en matériaux céramiques analogues utilisés dans la construction des lignes aériennes de traction électrique de tension nominale supérieure à 1 000 V.

Note. — Cette recommandation n'est pas applicable aux isolateurs utilisés en appareillage ou aux éléments devant servir à les constituer qui font l'objet de la Publication 168 de la CEI: Essais des supports isolants et éléments de colonnes d'intérieur et d'extérieur, destinés à des installations de tension nominale supérieure à 1 000 V, sauf en ce qui concerne l'essai de galvanisation qui sera exécuté selon les prescriptions de la présente recommandation.

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 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.

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 les valeurs de crête divisées par $\sqrt{2}$, et les tensions de choc par leurs valeurs de crête.

4. Valeurs à déterminer pour caractériser un isolateur à fût massif

Un isolateur à fût massif est caractérisé par les valeurs suivantes:

- a) la tension de tenue spécifiée au choc, à sec, pour la polarité positive ou négative donnant la valeur la plus faible;
- b) la tension de tenue spécifiée 1 minute à fréquence industrielle à sec;
- c) la tension de tenue spécifiée à fréquence industrielle sous pluie;
- d) les charges de rupture mécanique spécifiées;
- e) 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 l'autre des méthodes définies dans la Publication 60 de la CEI. L'essentiel de ces méthodes est rappelé aux articles 24, 25, et dans les annexes A et B de la présente recommandation.

TESTS ON SOLID-CORE INSULATORS FOR OVERHEAD ELECTRIC TRACTION LINES WITH A VOLTAGE GREATER THAN 1 000 V

SECTION ONE — GENERAL

1. Scope

This Recommendation applies to solid-core insulators of porcelain or similar ceramic material used in the construction of overhead electric traction lines with a nominal voltage greater than 1 000 V.

Note. — This Recommendation does not apply to post insulators for overhead traction line switchgear nor to their constituent parts which are covered by IEC Publication 168, Tests on Indoor and Outdoor Post Insulators for Systems with Nominal Voltages greater than 1 000 V, except that the galvanizing test shall be carried out in accordance with the requirements of this Recommendation.

2. Object

The object of the Recommendation is:

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

Note. — This Recommendation does not give numerical values for insulator characteristics, neither does it deal with the choice of insulators for specific operating conditions.

3. Values of voltage

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 to be stated when specifying a solid-core insulator

A solid-core insulator is characterized by the following values:

- a) the specified dry impulse withstand voltage of either positive or negative polarity, whichever be the lower;
- b) the specified dry 1 minute power-frequency withstand voltage;
- c) the specified wet power-frequency withstand voltage;
- d) the specified mechanical failing loads;
- e) 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 of which the essential details are given in Clauses 24, 25 and Appendices 1 and 2 of this Recommendation.

5. Scellement des isolateurs

Les ferrures des isolateurs peuvent être scellées, après accord entre le fabricant et l'utilisateur, au moyen d'un alliage métallique ou au ciment.

Si le scellement est exécuté au moyen d'un alliage métallique, il convient d'utiliser un alliage de première fusion de plomb antimonieux comprenant 90% de plomb de pureté au moins égale à 99,97% et 10% d'antimoine. Une tolérance de ± 1 est admise sur le pourcentage des constituants. L'utilisation d'un alliage de titre différent doit faire l'objet d'un accord particulier entre le fabricant et l'utilisateur.

L'alliage métallique doit être coulé en une seule fois.

Lorsque le scellement est exécuté au ciment, le ciment du type «Portland» est recommandé.

L'utilisation d'un autre produit de scellement doit faire l'objet d'un accord particulier.

SECTION DEUX — DÉFINITIONS

6. 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.

7. Contournement

Le 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.

8. 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 à l'isolateur, dans les conditions prescrites à l'article 23.

9. 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 à l'article 23, provoque le contournement de l'isolateur pour la moitié environ des chocs appliqués.

10. 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 à l'isolateur, dans les conditions prescrites aux articles 24 et 25, pendant la durée spécifiée.

11. 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 pendant l'essai de contournement effectué dans les conditions prescrites aux articles 24 et 25.

5. **Assembly of insulators**

The insulators may be assembled with metal fittings by means of a metallic alloy or with cement, by agreement between the manufacturer and the user.

If assembly is done with a metallic alloy, a virgin metal alloy containing 90% of lead of a minimum purity 99.97% and 10% of antimony is suitable. A tolerance of ± 1 is permissible on the percentage of the constituents. The use of a different alloy shall be the subject of agreement between the manufacturer and the user.

The metallic alloy shall be cast in a single operation.

When cement is used for assembly, "Portland" cement is recommended.

The use of another means of assembly shall be the subject of special agreement.

SECTION TWO — DEFINITIONS

6. **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.

7. **Flashover**

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

8. **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 23.

9. **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 23, causes the insulator to flashover for about half the number of applied impulses.

10. **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 24 and 25, for the specified time.

11. **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 24 and 25.

12. Charge de rupture mécanique

La charge de rupture mécanique est l'effort maximal qui peut être atteint lorsque l'isolateur est essayé dans les conditions prescrites à l'article 29.

13. Ligne de fuite d'un isolateur

La ligne de fuite d'un isolateur est la somme des plus courtes distances le long des contours des surfaces extérieures des parties isolantes de l'isolateur 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.

14. 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 Cette valeur équivaut à une pression partielle de 0,6085 in de mercure à 25 °C.

Note. — Une pression de 1 013 mbar 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:

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

15. 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.
- 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

16. 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 de la CEI.

12. Mechanical failing load

The mechanical failing load is the maximum load which can be reached when the insulator is tested under the conditions prescribed in Clause 29.

13. Creepage distance of an insulator

The creepage distance of an insulator is the sum of the shortest distances along the contours of the external surfaces of the insulating parts of the insulator 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.

14. Standard atmospheric conditions

Standard atmospheric conditions 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 t °C, the atmospheric pressure in millibars is:

$$\frac{1\,013\,h}{760} (1 - 1.8 \cdot 10^{-4} t).$$

15. Specified characteristic

A specified characteristic is:

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

Specified voltages are referred to standard atmospheric conditions.

SECTION THREE — GENERAL RECOMMENDATIONS FOR TESTS

16. General recommendations for high-voltage tests

- a) Impulse voltage and power-frequency voltage test techniques shall be in accordance with IEC Publication 60.

b) Lorsque les conditions atmosphériques naturelles au moment de l'essai sont différentes des conditions atmosphériques normales (article 14), il est nécessaire d'appliquer des facteurs de correction, conformément à l'article 19.

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%.

17. Essais au choc

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

La valeur de la 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 CIE.

18. 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.

19. 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 14), les facteurs de correction d et k doivent être appliqués comme suit:

Article	Essai	Correction
23	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
24	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
25	Fréquence industrielle sous pluie	Tenue Multiplier la tension spécifiée par d
		Contournement Diviser la tension de contournement mesurée par d

b) When the natural atmospheric conditions at the time of test differ from the selected values (Clause 14), it is necessary to apply correction factors in accordance with Clause 19.

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%.

17. 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 or another method prescribed by IEC Publication 60.

18. 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.

19. 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 condition (see Clause 14), correction factors d and k shall be applied as follows:

Clause	Test	Correction
23	Impulse voltage	Withstand Multiply specified voltage by d and divide by k
		Flashover Divide measured flashover voltage by d and multiply by k
24	Dry power-frequency voltage	Withstand Multiply specified voltage by d and divide by k
		Flashover Divide measured flashover voltage by d and multiply by k
25	Wet power-frequency voltage	Withstand Multiply specified voltage by d
		Flashover 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 degrés 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) *Facteurs de correction d'humidité, k.*

Les annexes A et B donnent les facteurs de correction recommandés par la Publication 60 de la CEI. Ces facteurs peuvent être employés pour les isolateurs à fût massif en attendant des indications ultérieures.

20. 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 principales d'un isolateur qui dépendent de sa forme et de ses dimensions. Ils ne sont effectués qu'une seule fois sur des isolateurs répondant aux prescriptions de l'article 27.

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 employés. Ils sont effectués sur des isolateurs prélevés au hasard dans les 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.

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

21. Généralités

Les essais suivants sont effectués sur quatre isolateurs dans l'ordre ci-après:

- Essais de tenue à la tension de choc (article 23);
- Essais de tenue pendant 1 minute à fréquence industrielle à sec (article 24);
- Essais de tenue à fréquence industrielle sous pluie (article 25).

a) *Air density correction factor, d.*

With the atmospheric pressure b expressed in millibars and the temperature t expressed in Celsius degrees 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 U.S.A. and Canada):

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

b) *Humidity correction factor, k.*

Appendices 1 and 2 give correction factors as recommended in IEC Publication 60 which may be used for solid-core insulators pending further information.

20. Classification of tests

The tests are divided into three groups as follows:

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

These tests are intended to verify the principal characteristics which depend mainly on the shape and size of an insulator. They are made once only on insulators complying with the conditions specified in Clause 27.

b) *Tests in 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) *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)

21. General

The following tests shall be made in the order given on four insulators:

- Impulse voltage withstand tests (Clause 23);
- Dry 1 minute power-frequency voltage withstand tests (Clause 24);
- Wet power-frequency voltage withstand test (Clause 25).

22. Recommandations générales relatives aux essais électriques du groupe I

22.1 Etat des isolateurs

Les isolateurs prélevés doivent être propres et secs au début de chacun des essais et en équilibre de température avec le milieu environnant.

22.2 Modalités de montage

- a) *Isolateur en position verticale*: L'isolateur est suspendu verticalement à l'aide d'un câble ou d'une tige métallique à un dispositif d'accrochage mis à la terre. La distance entre la partie supérieure du capot de l'isolateur et le dispositif d'accrochage ne doit pas être inférieure à 1 m. A la partie inférieure de l'isolateur est fixée une tige métallique d'environ 1 m de longueur maintenue en position verticale.

Aucun objet ne doit se trouver à une distance de l'axe de l'isolateur inférieure à 1 m ou à 1,5 fois la longueur de l'isolateur si cette dernière valeur est supérieure à la première.

La tension d'essai est appliquée entre l'extrémité de la tige placée à la partie inférieure de l'isolateur et le dispositif d'accrochage mis à la terre.

- b) *Isolateur en position horizontale*: L'isolateur est accroché à l'aide d'un câble ou d'une tige métallique mis à la terre. La distance entre la partie supérieure du capot de l'isolateur et le dispositif d'accrochage ne doit pas être inférieure à 1 m.

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

Aucun objet ne doit se trouver à une distance de l'axe de l'isolateur inférieure à 1 m ou à 1,5 fois la longueur de l'isolateur si cette dernière valeur est supérieure à la première.

La tension d'essai est appliquée entre l'extrémité de la tige et le dispositif d'accrochage mis à la terre.

23. Essai de tenue à la tension de choc

L'isolateur doit être essayé à sec dans les conditions prescrites au paragraphe 22.2 a). 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 19). 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, l'isolateur est considéré comme non conforme à la recommandation. S'il se produit un seul contournement, on effectue une nouvelle série de 10 applications de la tension de choc. L'isolateur est considéré comme conforme à la recommandation si, au cours de cette nouvelle série d'essais, il ne se produit ni contournement ni perforation.

Au cours des essais ci-dessus, de légères traces sur la surface des parties isolantes, ou de petits éclats dans le ciment utilisé pour l'assemblage des éléments, sont acceptables.

La polarité doit alors être inversée et l'essai est recommencé dans les mêmes conditions que ci-dessus. 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.

22. General recommendations for electrical tests in Group I

22.1 Condition of the insulator

The sample insulators shall be clean and dry at the beginning of each test and in thermal equilibrium with the surrounding medium.

22.2 Mounting

- a) *Vertical insulator:* The insulators shall be hung vertically from an earthed support by means of a wire rope or metal rod. The distance between the top of the insulator cap and the point of support shall be not less than 1 m. At the lower end of the insulator a metal rod about 1 m long shall be attached to the insulator and maintained in a vertical position.

No object shall be nearer to the axis of the insulator than 1 m or 1.5 times the length of the insulator, whichever be the greater.

The test voltage shall be applied between the metal rod at the bottom of the insulator and the earthed point of suspension.

- b) *Horizontal insulator:* The insulator shall be anchored by means of a cable or metal rod connected to earth. The distance between the top of the insulator cap and the point of anchorage shall be not less than 1 m.

The other end of the insulator shall be provided with a metal rod about 1 m long and the whole arrangement maintained in an approximately horizontal position by any convenient means.

No object shall be nearer to the axis of the insulator than 1 m or 1.5 times the length of the insulator, whichever be the greater.

The test voltage shall be applied between the end of the metal rod and the earthed point of anchorage.

23. Impulse voltage withstand test

The insulator shall be tested dry under the conditions prescribed in Sub-clause 22.2 a). The impulse generator shall first be adjusted to produce a standard 1.2/50 wave at the voltage obtained from the specified impulse withstand voltage by applying the correction factors for the atmospheric conditions at the time of the test (see Clause 19). 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 10 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.

During the above tests, slight tracks on the surface of the insulating parts or small chips in the cement used to assemble the elements are acceptable.

The polarity shall then be reversed and the test repeated under the same conditions as above. However, when it is evident which polarity will give the lower flashover voltage, it shall suffice to make the test with that polarity.

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 application des facteurs de correction suivant l'article 19.

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

L'isolateur doit être essayé à sec dans les conditions prescrites au paragraphe 22.2 a).

La tension de tenue 1 minute à appliquer à l'isolateur est déterminée à partir de la tension de tenue spécifiée 1 minute à fréquence industrielle à sec, en tenant compte des conditions atmosphériques lors de l'essai. (Voir article 19).

La tension doit être appliquée à l'objet en essai à partir d'une valeur suffisamment basse pour éviter des surtensions dues aux phénomènes transitoires d'enclenchement. Elle doit croître assez lentement pour permettre une lecture précise de l'appareil de mesure, mais non pas tant qu'il s'ensuive une prolongation inutile de la contrainte de l'objet essayé au voisinage de la tension d'essai. Cette condition est en général remplie lorsque la rapidité de montée en tension au-dessus de 75% de la valeur finale n'excède pas environ 2% par seconde.

La tension d'essai doit être portée jusqu'à la valeur spécifiée de la façon indiquée ci-dessus. Elle doit y être maintenue pendant 1 minute, puis rapidement diminuée, mais non brusquement interrompue, de façon à empêcher l'apparition de phénomènes transitoires de manœuvre pouvant affecter le résultat de l'essai. L'essai est satisfaisant si, pendant la durée spécifiée, il ne se produit aucun contournement de l'isolateur.

Si un ou plusieurs isolateurs ne répondent pas à cette condition, les isolateurs du type soumis à l'essai sont considérés comme non conformes aux conditions prescrites.

A titre d'information, et sur demande spéciale, la tension de contournement de l'isolateur peut être déterminée en augmentant la tension d'essai de la façon indiquée ci-dessus, jusqu'à ce qu'il se produise un contournement de l'isolateur.

Cette détermination doit être refaite à cinq reprises successives, en ménageant entre deux essais consécutifs un temps suffisant pour éviter les effets de l'ionisation.

La moyenne arithmétique des valeurs obtenues, corrigées en fonction des conditions atmosphériques au moment de l'essai (voir article 19), doit être notée.

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

L'isolateur est disposé dans les conditions prescrites au paragraphe 22.2 a) 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 et les conditions de son application doivent être conformes aux prescriptions de la Publication 60 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 et au Canada.

To provide information when specially requested, the 50% flashover voltages for positive 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 flash-over voltages as measured above and corrected in accordance with Clause 19.

24. Dry one minute power-frequency voltage withstand test

The insulator shall be tested dry under the conditions prescribed in Sub-clause 22.2 a).

The 1 minute withstand test voltage to be applied to the insulator shall be the specified dry 1 minute power-frequency withstand voltage adjusted for the atmospheric conditions at the time of test. (See Clause 19).

The voltage shall be applied to the test object starting at a value low enough to prevent overvoltage due to switching transients. It shall be raised sufficiently slowly to permit accurate reading of the measuring instrument but not so slowly as to cause unnecessary prolongation of the stress of the test object near the test voltage. This requirement is in general met if the rate-of-rise above 75% of the final test value is about 2% per second.

The test voltage shall be raised to the specified value as indicated above. It shall be maintained for 1 minute and then rapidly decreased but not suddenly interrupted so as to avoid the possibility of switching transients which may affect the test result. The test is satisfactory if during the specified duration no flashover of the insulator occurs.

If one or more insulators fail to comply with this requirement, the insulators of the type under test are deemed not to comply with the Recommendation.

For information when specially requested, the insulator flashover voltage may be determined by raising the test voltage as described above until flashover of the insulator occurs.

This test shall be made five times in succession, allowing sufficient time between two consecutive tests to avoid ionization effects.

The arithmetical average of the values obtained, corrected for atmospheric conditions at the time of test (see Clause 19), shall be recorded.

25. Wet power-frequency voltage withstand test

The insulator shall be arranged as prescribed in Sub-clause 22.2 a) and exposed for at least 1 minute before the application of voltage and throughout the test to artificial rain.

The characteristics of the artificial rain and the conditions of application shall be in accordance with the recommendations of IEC Publication 60 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. and Canada.

Les principales caractéristiques sont données dans le tableau suivant:

Caractéristiques	Pratique	
	Europe	Etats-Unis et 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 (ohms-cm)	$10\,000 \pm 10\%$	$17\,800 \pm 15\%$
4) Température de l'eau ($^\circ\text{C}$)	Température ambiante $\pm 15^\circ\text{C}$	
5) Durée de l'essai de tenue sous pluie	1 minute	10 secondes

La tension à appliquer sous pluie est déterminée en appliquant à la valeur de la tension de tenue spécifiée sous pluie pour les conditions atmosphériques normales, les corrections dues aux conditions atmosphériques au moment de l'essai (voir article 19).

On applique la tension ainsi déterminée comme il a été dit pour les essais à sec, à l'article 24. L'essai est satisfaisant si, pendant la durée de l'essai, il ne se produit aucun contournement de l'isolateur. Si un isolateur, ou plus, ne répond pas à cette condition, les isolateurs du type essayé sont considérés comme non conformes à la recommandation.

A titre d'information, et sur demande spéciale, la tension de contournement peut être déterminée en augmentant la tension, dans les conditions définies ci-dessus, jusqu'au contournement de l'isolateur.

Cette détermination doit être faite à cinq reprises successives, en ménageant entre deux essais consécutifs un temps suffisant pour éviter l'effet de l'ionisation. La moyenne arithmétique des valeurs obtenues, corrigées en fonction des conditions atmosphériques au moment de l'essai (voir article 19), doit être notée.

L'isolateur sera alors disposé selon les prescriptions du paragraphe 22.2 b) et l'essai sera recommencé comme ci-dessus.

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

26. Généralités

Le nombre de pièces prélevées sera déterminé de la façon suivante:

- Pour les lots inférieurs à 500 pièces: par accord entre l'utilisateur et le fabricant.
- Pour les lots de 501 à 1 000 pièces, il sera prélevé 5 pièces.
- Pour les lots de 1 001 à 3 000 pièces, il sera prélevé 8 pièces.
- Pour les lots de 3 001 à 6 000 pièces, il sera prélevé 12 pièces.
- Pour les lots supérieurs à 6 000 pièces, le nombre de pièces prélevées sera de 0,2% du nombre de pièces du lot.

The main characteristics are given in the following table:

Characteristics	Practice	
	Europe	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 temperature $\pm 15^\circ\text{C}$	
5) Duration of wet withstand test	1 minute	10 seconds

The test voltage to be applied shall be the specified wet power-frequency withstand voltage adjusted for atmospheric conditions at the time of test (see Clause 19).

The voltage shall be applied in the same way as for the dry test, Clause 24. The test is satisfactory if, throughout the test, no flashover of the insulator occurs. If one or more insulators do not comply with this condition, the insulators of the type tested are deemed not to comply with the Recommendation.

For information when specially requested, the flashover voltage may be determined by raising the voltage as described above until flashover of the insulator occurs.

This test shall be made five times in succession allowing sufficient time between two consecutive tests to avoid ionization effects. The arithmetical average of the values obtained, corrected for atmospheric conditions at the time of tests, (see Clause 19), shall be recorded.

The insulator shall then be arranged as prescribed in Sub-clause 22.2 *b*) and the test repeated as above.

SECTION FIVE — TESTS IN GROUP II (SAMPLE TESTS)

26. General

The number of pieces selected for sample tests shall be as follows:

- For batches less than 500 pieces: by agreement between user and the manufacturer.
- For batches of 501 to 1 000, 5 samples shall be tested.
- For batches of 1 001 to 3 000, 8 samples shall be tested.
- For batches of 3 001 to 6 000, 12 samples shall be tested.
- For batches greater than 6 000 pieces, the number of samples tested shall be 0.2% of the number of pieces in the batch.

Le prélèvement est, en principe, effectué par l'utilisateur.

Les isolateurs ainsi prélevés, après avoir subi avec succès les essais du groupe III (section six), sont soumis aux essais suivants:

- a) vérification des dimensions (article 27);
- b) essai de résistance aux variations brusques de température (article 28);
- c) essais de rupture par contrainte mécanique (article 29);
- d) vérification de l'absence de porosité (article 30);
- e) examen du scellement (article 31) (essai facultatif);
- f) vérification de la qualité de la galvanisation (article 32).

Chaque isolateur prélevé doit subir les essais a), b), c) et d). L'essai f) n'est effectué que sur le tiers environ des isolateurs prélevés.

27. Vérification des dimensions

Les dimensions des pièces doivent être conformes aux cotes et aux tolérances du dessin de type. En l'absence de prescriptions particulières, il est admis, sur les cotes, l'application d'une tolérance de $\pm (0,03 d + 0,3)$ mm, d étant les dimensions en millimètres.

Si un ou plusieurs isolateurs ne répondent pas à cette prescription, il est procédé à une contre-épreuve dans les conditions énoncées à l'article 33.

28. Essai de résistance aux variations brusques de température

Les isolateurs avec leurs ferrures scellées sont plongés brusquement et sans l'intermédiaire d'aucun récipient dans un bain d'eau maintenu à une température d'au moins 70 °C plus élevée que celle de l'eau froide et restent immergés pendant T minutes dans ce bain, $T = (15 + 0,7 m)$ minutes, m étant la masse de l'isolateur en kilogrammes.

Ils sont ensuite retirés et plongés brusquement et sans l'intermédiaire d'aucun récipient dans un bain d'eau froide; ils restent immergés dans ce nouveau bain pendant T minutes.

Cette alternance de chaud et de froid est exécutée cinq fois de suite par immersion totale. La durée de l'opération de passage d'un bain à l'autre doit être la plus courte possible et ne jamais dépasser 30 secondes. Le volume d'eau contenu dans les cuves d'essai doit être suffisamment grand pour que l'immersion des isolateurs ne provoque pas une variation de température de l'eau supérieure à 5 °C.

Après le cinquième bain froid, on vérifie que les isolateurs ne présentent ni cassure, ni fente de l'émail. Les isolateurs sont soumis ensuite à l'essai mécanique dans les conditions énoncées à l'article 29.

Si un ou plusieurs isolateurs ne satisfont pas à cette épreuve, il est procédé à une contre-épreuve dans les conditions énoncées à l'article 33.

Note. — 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.

29. Essais de rupture par contrainte mécanique

Ces essais peuvent comprendre des épreuves de traction, de flexion simple et de flexion composée (traction avec flexion). Les utilisateurs détermineront, pour chaque type d'isolateurs, en fonction des conditions d'emploi en service, et en accord avec le fabricant la nature des essais à effectuer et la répartition des épreuves suivant le nombre de pièces essayées.

The user has the right to select the test samples.

The test samples, after having withstood the tests in Group III (see Section Six), shall be subjected to the following tests:

- a) verification of dimensions (Clause 27);
- b) temperature cycle test (Clause 28);
- c) tests for mechanical strength (Clause 29);
- d) porosity test (Clause 30);
- e) examination of the assembly (Clause 31) (optional test);
- f) galvanizing test (Clause 32).

Each of the test samples shall be submitted to tests a), b) c), and d). Test f) shall be applied to about one-third of the test samples.

27. Verification of dimensions

The test piece shall conform with the dimensions and tolerances shown on the drawing. Unless specially stated, the dimensions on the drawings are subject to a tolerance of $\pm (0.03 d + 0.3)$ mm, d being the dimensions in millimetres.

If one or more insulators fail to comply with this requirement, a re-test in accordance with Clause 33 will be necessary.

28. Temperature cycle test

The assembled insulators (complete with metal fittings) shall be quickly immersed without being placed in an intermediate container, in a water bath maintained at a temperature of at least 70 deg C above that of the cold water and left submerged for a period of T minutes, where $T = (15 + 0.7 m)$ minutes, m being the mass of the insulator in kilogrammes.

They shall then be withdrawn and quickly and completely immersed without being placed in an intermediate container, in a bath of cold water for T minutes.

This heating and cooling cycle shall be performed five 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 change in the water temperature exceeding 5 deg C.

After withdrawal from the fifth cold bath, the insulators shall be examined to verify that they have not cracked and that the glaze is undamaged. The insulators shall then be subjected to the mechanical test described in Clause 29.

If one or more insulators fail to comply with these tests, a re-test in accordance with Clause 33 will be required.

Note. — 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.

29. Tests for mechanical strength

These tests may comprise simple tensile, simple bending or compound bending (tensile and bending) tests. Taking into account the stresses imposed on the insulator in service and subject to agreement by the manufacturer, the user shall determine for each type of insulator which of these tests is necessary and what proportion of the test samples shall be subjected to each test.

a) Essai de traction simple

Cet effort est appliqué sur les ferrures de l'isolateur et suivant l'axe de celui-ci.

Il est augmenté suivant une vitesse convenue entre le fabricant et l'utilisateur jusqu'à 60% de la charge de rupture par traction spécifiée, dans le cas d'isolateurs scellés au plomb, et 45% de cette charge, dans le cas d'isolateurs scellés au ciment.

Il est maintenu constant à cette valeur pendant 1 minute, puis augmenté à la vitesse ci-dessus jusqu'à rupture.

La rupture de l'isolateur ne doit pas se produire avant que l'effort auquel il est soumis atteigne la valeur spécifiée de rupture par traction.

b) Essai de flexion simple:

Pour cet essai, une des extrémités de l'isolateur est fixée rigidement par l'intermédiaire de sa ferrure.

L'effort de flexion est appliqué à l'autre extrémité de l'isolateur, dans un plan diamétral de celui-ci et suivant une direction perpendiculaire à l'axe de l'isolateur.

L'effort est augmenté suivant une vitesse convenue entre le fabricant et l'utilisateur jusqu'à 60% de la charge de rupture par flexion spécifiée, dans le cas d'isolateurs scellés au plomb, et 45% de cette charge, dans le cas d'isolateurs scellés au ciment.

Il est maintenu constant à cette valeur pendant 1 minute, puis augmenté à la vitesse ci-dessus jusqu'à rupture.

La rupture de l'isolateur ne doit pas se produire avant que l'effort auquel il est soumis atteigne la valeur spécifiée de rupture par flexion.

c) Essai de flexion composée:

Les modalités de cet essai seront arrêtées, par cas d'espèce, d'un commun accord entre le fabricant et l'utilisateur, les isolateurs à essayer devant autant que possible être placés dans des conditions identiques à celles de leur utilisation.

Si un ou plusieurs isolateurs ne satisfont pas aux conditions de l'essai convenu, il est procédé à une contre-épreuve, dans les conditions précisées à l'article 33.

Note. — A titre indicatif, les vitesses suivantes d'accroissement de l'effort lors des essais de traction et de flexion simple sont généralement adoptées:

- Essai de traction: 3 000 à 5 000 newtons par seconde.
- Essai de flexion simple: 150 à 300 newtons par seconde.

30. Vérification de l'absence de porosité

L'essai porte sur des fragments de porcelaine de l'isolateur dont la surface non émaillée représente au moins 75% de la surface totale du fragment. Plusieurs fragments, au moins, doivent provenir de la partie centrale des tenons de scellement des isolateurs.

Les fragments sont plongés dans une solution alcoolique de fuchsine à 1% en poids (1 g de fuchsine pour 100 g d'alcool dénaturé), la solution étant soumise à une pression d'au moins $15 \cdot 10^6$ pascals (newtons par mètre carré) pendant une durée telle que le produit de la pression en pascals par la durée en heures ne soit pas inférieur à $180 \cdot 10^6$.

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

a) Tensile test:

The load shall be applied to the insulator fittings in line with the insulator axis.

It shall be increased at a rate agreed between the manufacturer and user to 60% of the specified tensile failing load in the case of insulators assembled with lead and to 45% of this load in the case of insulators assembled with cement.

It shall be maintained at this value for 1 minute and then raised at the same rate until the failing load is reached.

The failing load shall not be less than the specified tensile failing load.

b) Simple bending test:

For this bending test, one end of the insulator shall be rigidly fixed by means of its fitting.

The bending load shall be applied to the other end of the insulator in line with a diameter and in a direction perpendicular to the axis of the insulator.

The load shall be raised at a rate agreed between the manufacturer and user to 60% of the specified failing load in the case of insulators assembled with lead and to 45% of this load in the case of insulators assembled with cement.

It shall be maintained constant at this value for 1 minute and then raised at the same rate until the failing load is reached.

The failing load shall not be less than the specified bending failing load.

c) Compound bending test:

The method of test shall be subject in each case to agreement between the manufacturer and the user, the insulators being as far as possible tested under the conditions under which they are to be used.

If one or more insulators fail to satisfy the conditions agreed for tests *a)*, *b)* or *c)* above, a re-test in accordance with Clause 33 will be necessary.

Note. — For information the following rates of increase of load in tensile and simple bending tests have been used:

- Tensile test: 3 000 to 5 000 newtons per second.
- Simple bending test: 150 to 300 newtons per second.

30. Porosity test

This test shall be made on fragments of porcelain from the insulators, the unglazed area of the fragment being at least 75% of its total surface. At least some of the fragments shall be taken from the central parts of the ends of the insulators.

The fragments shall be immersed in an alcohol solution of fuchsin (1 g of fuchsin per 100 g of methylated spirits) the solution being maintained at a pressure of at least $15 \cdot 10^6$ pascals (newtons per square metre) during a time such that the product of pressure (in pascals) and the time (in hours) shall not be less than $180 \cdot 10^6$.

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

L'examen des surfaces des cassures ne doit révéler aucune pénétration du colorant.

Si les fragments d'un ou plusieurs isolateurs ne satisfont pas au présent essai, il est procédé à une contre-épreuve, dans les conditions prévues à l'article 33.

31. Examen du scellement (essai facultatif)

Un examen du scellement peut être effectué pour vérifier si le ciment ou l'alliage utilisé remplit bien la totalité de l'espace laissé libre entre les parties métalliques d'extrémité et le corps isolant, et pour s'assurer du centrage correct des ferrures par rapport à l'isolateur. Le fabricant et l'utilisateur arrêteront d'un commun accord les conditions dans lesquelles cet examen peut être effectué et la façon dont les résultats doivent être interprétés.

32. Vérification de la qualité de la galvanisation

Cette vérification, applicable seulement aux pièces galvanisées à chaud, 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'utilisateur.

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 de 2% d'acide sulfurique pendant une durée de 15 secondes, 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 minute, dans une solution neutre et filtrée de sulfate de cuivre ayant une densité de $1,170 \pm 0,010$ à $20^\circ C$. 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 $18^\circ C$ et n'augmente pas au-delà de $22^\circ C$ et que ni les pièces essayées ni la solution ne soient agitées.

La solution de sulfate de cuivre est obtenue en dissolvant environ 35 g de sulfate de cuivre cristallisé ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) 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.

Examination of the broken surfaces shall show no penetration of the dye.

If fragments from one or more insulators fail this test, a re-test in accordance with Clause 33 will be necessary.

31. Examination of the assembly (optional test)

An examination of the assembly may be made to verify that the cement or alloy completely fills the spaces between the metal fittings and the ends of the insulator body and to see that the metal fittings are well centred on the insulator. The manufacturer and the user shall agree the conditions under which this examination may be carried out and how the results are to be interpreted.

32. Galvanizing test

This test, applicable only to items which have been hot galvanized, 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 user.

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 seconds, 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 minute duration in a neutral filtered solution of copper sulphate having a specific gravity of 1.170 ± 0.010 at $20^\circ C$. Precautions shall be taken during the test to ensure that the temperature of the solution does not fall below $18^\circ C$ or rise above $22^\circ C$ and that neither the test piece nor the solution is agitated.

The solution of copper sulphate shall be prepared by dissolving about 35 g of crystallized copper sulphate ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) 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 the tips of threads or on sharp angles, or on parts that have been ground or are situated less than 25 mm from a previously cut part.

On ne tiendra pas compte non plus des dépôts dont la surface totale est inférieure à 7 mm² (ce qui correspond à la surface d'un cercle de 3 mm de diamètre environ).

Le nombre n d'immersions est généralement égal à 4. Toutefois, un nombre d'immersions supérieur peut être prévu, après entente entre le fabricant et l'utilisateur.

Si une ou plusieurs pièces métalliques ne satisfont pas au présent essai, il est procédé à une contre-épreuve dans les conditions prévues à l'article 33.

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 de masse entre celle 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.

Dans le cas de pièces filetées, la détermination de la masse du revêtement doit être faite dans des parties ne comportant aucun filetage.

La surface S de l'échantillon est déterminée après dissolution du revêtement.

Réactif:

Solution acide chlorhydrique – chlorure d'antimoine comprenant:

- 100 ml d'acide chlorhydrique (masse spécifique: 1,19);
- 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 spécifique: 1,19).

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 minutes environ.

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.

Neither shall any account be taken of deposits of which the 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 4. A greater number than 4 immersions may be used, however, by agreement between the manufacturer and user.

If one or more metal fittings fail to comply with this test, a re-test in accordance with Clause 33 will be necessary.

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

This test is applicable only to hot galvanized parts.

Principle:

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

Test piece:

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

In the case of threaded fittings, the weight of the coating shall be determined from portions where there is no thread.

The surface S of the test piece is determined after dissolving the zinc coating.

Re-agent:

A solution of hydrochloric acid and antimony chloride containing:

- 100 ml hydrochloric acid (specific gravity: 1.19);
- 5 ml of a solution of antimony chloride obtained by dissolving 20 g of Sb_2O_3 or 32 g of SbCl_3 in 1 000 ml of HCl (specific gravity: 1.19).

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 minutes.

Method of test:

The test pieces shall be subject to the following operations:

- weigh the test piece to the nearest 0.01 g;
- immerse the test piece in the solution of hydrochloric acid and antimony chloride. Leave the test piece 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 piece shall be washed, brushed under running water, wiped with a cloth, dried by heating to about 100°C and cooled.

- The test piece shall then be weighed again to the nearest 0.01 g;
- the surface S of the test piece without its coating of zinc shall then be measured;
- subtract the weight in grammes of the test piece after removal of the zinc from its weight before removal. This difference M represents the weight of zinc in the coating on the surface S of the bare test piece measured after removal of the coating.

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 boulons, goupilles et rondelles. Toutefois, pour du matériel particulièrement exposé (zones industrielles et maritimes, coexistence de traction électrique et de traction vapeur, 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'utilisateur, utiliser comme réactif une solution d'acide sulfurique comprenant:

- 40 ml d'acide sulfurique (masse spécifique: 1,83);
- 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.

33. Contre-épreuve

Si un seul isolateur ne satisfait pas aux conditions prescrites à l'un des articles 28, 29 ou 30, la série complète de ces essais est effectuée sur un nouveau prélèvement double du premier.

Si un seul isolateur ne satisfait pas aux conditions prescrites à l'un des articles 27, 31 ou 32, seul l'essai considéré est à nouveau effectué sur un prélèvement double du premier.

Au cours de la contre-épreuve effectuée, le lot est déclaré conforme à la présente recommandation si tous les résultats sont satisfaisants. Il est refusé dans le cas contraire.

SECTION SIX — ESSAIS DU GROUPE III (ESSAIS INDIVIDUELS)

34. Généralités

Les essais suivants sont effectués sur la totalité des pièces dans l'ordre indiqué, et en présence de l'utilisateur si celui-ci en fait la demande.

- a) examen de l'aspect extérieur (article 35);
- b) vérification systématique de l'absence de porosité (article 36) (essai facultatif). Cet essai n'est réalisé que sur demande expresse de l'utilisateur, et après accord avec le fabricant;
- c) essai aux ultra-sons, (article 37) (essai facultatif);
- d) essai mécanique (article 38).

35. Examen de l'aspect extérieur

L'examen de l'aspect extérieur des isolateurs est fait après montage des ferrures.

a) Emaillage

A l'exception des parties servant d'appui pendant la cuisson, toute la surface doit être recouverte d'un émail parfaitement vitrifié, ne présentant aucune strie, craquelure, paille, soufflure ni corps étranger.

The weight of zinc per unit area m 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 or lines used for both electric and steam traction for example) these values may be increased to 7.5 g/dm² and 5 g/dm² respectively.

Alternative reagent:

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

- 40 ml of sulphuric acid (specific gravity: 1.83);
- 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.

33. Re-test procedure

If one insulator fails to comply with the tests in Clauses 28, 29 and 30, a re-test shall be made. The number of test pieces shall then be twice the number previously selected and they shall be submitted to all these tests.

If one insulator fails to comply with one of the tests in Clauses 27, 31 and 32, a re-test shall be made. The number of test pieces shall then be twice the number previously selected and they shall be submitted only to the test in which failure occurred.

If no failure occurs in the re-test, the batch conforms with the requirements of the Recommendation. If failure occurs it shall be rejected.

SECTION SIX — TESTS IN GROUP III (ROUTINE TESTS)

34. General

The following tests shall be made in the order indicated on every insulator and in the presence of the user if he so requests.

- a) visual inspection (Clause 35);
- b) routine porosity test (Clause 36) (optional test). This test is only made when specially requested by the user and agreed by the manufacturer;
- c) ultrasonic test (Clause 37) (optional test);
- d) mechanical test (Clause 38).

35. Visual inspection

Visual inspection of the external surface of the insulator shall be made after assembling with metal fittings.

a) Glaze

With the exception of the parts serving to support the porcelain during firing, the whole surface shall be covered with glaze which shall be perfectly vitrified and free from any streaks, cracks, flaws, bubbles or foreign bodies.

Il n'est toléré aucun manque d'émail décelable à l'œil nu sur le fût de l'isolateur, ni au raccordement entre le fût et les parties métalliques.

Sur les autres parties de l'isolateur, et à l'exception des surfaces de cuisson, les manques d'émail ne doivent pas dépasser les valeurs ci-dessous :

- leur surface totale en centimètres carrés ne doit pas dépasser $\frac{1}{1000}$ de la surface latérale cylindrique enveloppant l'isolateur plus $0,3 \text{ cm}^2$;
- la surface de chaque manque d'émail ne doit pas dépasser $0,3 \text{ cm}^2$.

b) Scellement

Le produit de scellement doit arriver jusqu'au niveau du bord de la ferrure ou se trouver en retrait ou en saillie de celui-ci, de 2 mm au maximum.

Les retouches du scellement ne sont admises que si elles n'entraînent aucun risque d'altération de l'émail. En particulier, les retouches par grattage, limage, burinage, meulage, sont interdites.

36. Vérification systématique de l'absence de porosité (essai facultatif)

Lorsque cet essai est prévu sur demande expresse de l'utilisateur, et après accord du fabricant, la partie isolante de chaque isolateur doit posséder à une extrémité, venant de fabrication, un appendice de diamètre au moins égal à celui du fût, et de longueur au moins égale à la moitié du diamètre du fût.

Après cuisson, cette partie est découpée, brisée, et quelques fragments prélevés dans la partie centrale et dûment repérés sont soumis à l'épreuve de porosité dans les conditions prévues à l'article 30.

En général, cet essai est effectué en dehors de la présence de l'utilisateur mais les résultats doivent être consignés et tenus à sa disposition, ainsi que les échantillons soumis à l'essai et la partie restante des appendices.

37. Essai aux ultra-sons (essai facultatif)

Cet essai est effectué sur la partie isolante de chaque isolateur, avant le scellement de la partie métallique.

La fréquence des ultra-sons peut être comprise entre 0,8 et 5 MHz. L'essai est effectué suivant l'axe de l'isolateur et, éventuellement, dans une direction perpendiculaire à cet axe.

Cet essai permet de détecter les fissures, les retassures et autres défauts internes et la porosité.

Notes 1. — Les sondages longitudinaux et transversaux, bien que maintenant de pratique courante, ne sont effectués que sur demande de l'utilisateur, et après accord avec le fabricant.

2. — D'autres essais aux ultra-sons, tels que sondage oblique, sont actuellement à l'étude.

38. Essai mécanique

Les isolateurs sont soumis pendant une durée de 1 minute, à un effort mécanique de traction égal à 60% de la valeur spécifiée de la charge de rupture, dans le cas d'isolateurs scellés au plomb, et à 45% de la valeur spécifiée de la charge de rupture, dans le cas d'isolateurs scellés au ciment. Les valeurs de 60 et de 45% qui sont généralement admises peuvent être modifiées après accord entre le fabricant et l'utilisateur.

L'effort est appliqué dans les conditions prévues à l'article 29 a).

Tout isolateur qui se rompt, ou dont les armatures se descellent, se fendent au cours de cet essai, ou conservent une déformation visible après l'essai, est réputé mauvais. Le matage que les armatures peuvent présenter au point où elles sont en contact avec les pièces de liaison avec la machine de traction n'est pas considéré comme une déformation.