

**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 137**

Deuxième édition — Second edition

1973

---

**Traversées isolées pour tensions alternatives supérieures à 1000 V**

---

**Bushings for alternating voltages above 1000 V**

---



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembé

Genève, Suisse

## Révision de la présente publication

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

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

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

## Terminologie utilisée dans la présente publication

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

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

## Symboles graphiques et littéraux

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

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

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

## Revision of this publication

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

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

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

## Terminology used in this publication

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

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

## Graphical and letter symbols

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

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

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

**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 137**

Deuxième édition — Second edition

1973

---

**Traversées isolées pour tensions alternatives supérieures à 1000 V**

---

**Bushings for alternating voltages above 1000 V**

---



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembé

Genève, Suisse

## SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE . . . . .	6
PRÉFACE . . . . .	6
Articles	
SECTION UN — DOMAINE D'APPLICATION ET OBJET	
1. Domaine d'application . . . . .	8
2. Objet . . . . .	8
SECTION DEUX — DÉFINITIONS	
3. Traversée . . . . .	8
4. Traversée à remplissage d'un liquide . . . . .	10
5. Traversée en papier imprégné d'huile . . . . .	10
6. Traversée en papier enduit de résine . . . . .	10
7. Traversée en papier imprégné de résine . . . . .	10
8. Traversée en matière céramique, en verre ou en matière inorganique analogue . . . . .	10
9. Traversée en matière coulée . . . . .	10
10. Traversée à isolation combinée . . . . .	12
11. Traversée condensateur . . . . .	12
12. Traversée d'intérieur . . . . .	12
13. Traversée d'extérieur . . . . .	12
14. Traversée d'extérieur-intérieur . . . . .	12
15. Traversée immergée d'intérieur . . . . .	12
16. Traversée immergée d'extérieur . . . . .	14
17. Traversée immergée complètement . . . . .	14
18. Installation en situation exposée . . . . .	14
19. Installation en situation non exposée . . . . .	14
20. Tension la plus élevée du réseau . . . . .	14
21. Tension la plus élevée pour le matériel . . . . .	14
22. Niveau d'isolement . . . . .	14
23. Echauffement . . . . .	16
24. Contournement . . . . .	16
25. Perforation . . . . .	16
26. Ligne de fuite . . . . .	16
27. Enveloppe isolante . . . . .	16
28. Prise de mesure . . . . .	16
29. Prise de potentiel . . . . .	18
30. Essai individuel . . . . .	18
31. Essai de type . . . . .	18
32. Essai de prélèvement . . . . .	18
33. Essai spécial . . . . .	18
SECTION TROIS — RÉGIME NOMINAL	
34. Tension nominale ( $U_N$ ) . . . . .	18
35. Tension nominale phase-terre ( $U_y$ ) . . . . .	18
36. Valeurs normalisées de la tension nominale . . . . .	20

CONTENTS

	Page
FOREWORD . . . . .	7
PREFACE . . . . .	7
Clause	
SECTION ONE — SCOPE AND OBJECT	
1. Scope . . . . .	9
2. Object . . . . .	9
SECTION TWO — DEFINITIONS	
3. Bushing . . . . .	9
4. Liquid filled bushing . . . . .	11
5. Oil impregnated paper bushing . . . . .	11
6. Resin bonded paper bushing . . . . .	11
7. Resin impregnated paper bushing . . . . .	11
8. Ceramic, glass or analogous inorganic material bushing . . . . .	11
9. Cast insulation bushing . . . . .	11
10. Composite bushing . . . . .	13
11. Condenser bushing . . . . .	13
12. Indoor bushing . . . . .	13
13. Outdoor bushing . . . . .	13
14. Outdoor-indoor bushing . . . . .	13
15. Indoor-immersed bushing . . . . .	13
16. Outdoor-immersed bushing . . . . .	15
17. Completely immersed bushing . . . . .	15
18. Exposed installation . . . . .	15
19. Non-exposed installation . . . . .	15
20. Highest system voltage . . . . .	15
21. Highest voltage for equipment . . . . .	15
22. Insulation level . . . . .	15
23. Temperature rise . . . . .	17
24. Flashover . . . . .	17
25. Puncture . . . . .	17
26. Creepage distance . . . . .	17
27. Insulating envelope . . . . .	17
28. Test tapping . . . . .	17
29. Voltage tapping . . . . .	19
30. Routine test . . . . .	19
31. Type test . . . . .	19
32. Sample test . . . . .	19
33. Special test . . . . .	19
SECTION THREE — RATINGS	
34. Rated voltage ( $U_N$ ) . . . . .	19
35. Rated phase-to-ground voltage ( $U_g$ ) . . . . .	19
36. Standard values of rated voltage . . . . .	21

Articles	Pages
37. Courant nominal . . . . .	20
38. Valeurs normalisées du courant nominal . . . . .	20
39. Courant nominal de courte durée . . . . .	22
40. Valeurs minimales du courant nominal de courte durée . . . . .	22
41. Fréquence nominale . . . . .	22

SECTION QUATRE — CONDITIONS DE SERVICE

42. Altitude . . . . .	22
43. Température des milieux de refroidissement . . . . .	24
44. Angle de montage . . . . .	24
45. Installation en situation exposée et non exposée . . . . .	24
46. Valeurs minimales des lignes de fuite . . . . .	24
47. Limites d'échauffement . . . . .	26

SECTION CINQ — RENSEIGNEMENTS À FOURNIR LORS DES COMMANDES ET MARQUES D'IDENTIFICATION

48. Énumération des caractéristiques . . . . .	26
49. Marques d'identification . . . . .	28

SECTION SIX — RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES POUR LES ESSAIS

50. Essais . . . . .	32
51. Etat des traversées lors des essais diélectriques et thermiques . . . . .	32

SECTION SEPT — ESSAIS DE TYPE

52. Essai de tenue sous tension à fréquence industrielle sous pluie . . . . .	34
53. Essai de tenue à la tension de choc de foudre à sec . . . . .	34
54. Essai de tenue à la tension de choc de manœuvre . . . . .	36
55. Essai de la stabilité thermique . . . . .	36
56. Mesure des perturbations radioélectriques . . . . .	36
57. Essai d'échauffement . . . . .	38

SECTION HUIT — ESSAIS INDIVIDUELS

58. Mesure du facteur de dissipation diélectrique ( $\text{tg } \delta$ ) et de la capacité à la température ambiante . . . . .	42
59. Essai de tenue sous tension à fréquence industrielle à sec . . . . .	44
60. Mesure de l'intensité de décharges partielles . . . . .	44
61. Essai de tenue sous tension à fréquence industrielle de l'isolement des prises de mesure et de potentiel . . . . .	46
62. Essai d'étanchéité du remplissage interne . . . . .	48

SECTION NEUF — ESSAIS SPÉCIAUX

63. Essai d'étanchéité à la bride ou autre dispositif de fixation . . . . .	48
TABLEAUX . . . . .	50

Clause	Page
37. Rated current . . . . .	21
38. Standard values of rated current . . . . .	21
39. Rated short time current . . . . .	23
40. Minimum values of rated short time current . . . . .	23
41. Rated frequency . . . . .	23

SECTION FOUR — OPERATING CONDITIONS

42. Altitude . . . . .	23
43. Temperature of the cooling media . . . . .	25
44. Angle of mounting . . . . .	25
45. Exposed and non-exposed installations . . . . .	25
46. Minimum values of creepage distance . . . . .	25
47. Limits of temperature rise . . . . .	27

SECTION FIVE — INFORMATION TO BE FURNISHED WHEN ORDERING AND MARKINGS

48. Enumeration of characteristics . . . . .	27
49. Markings . . . . .	29

SECTION SIX — GENERAL RECOMMENDATIONS FOR TESTS

50. Tests . . . . .	33
51. Condition of the bushings during the dielectric and thermal tests . . . . .	33

SECTION SEVEN — TYPE TESTS

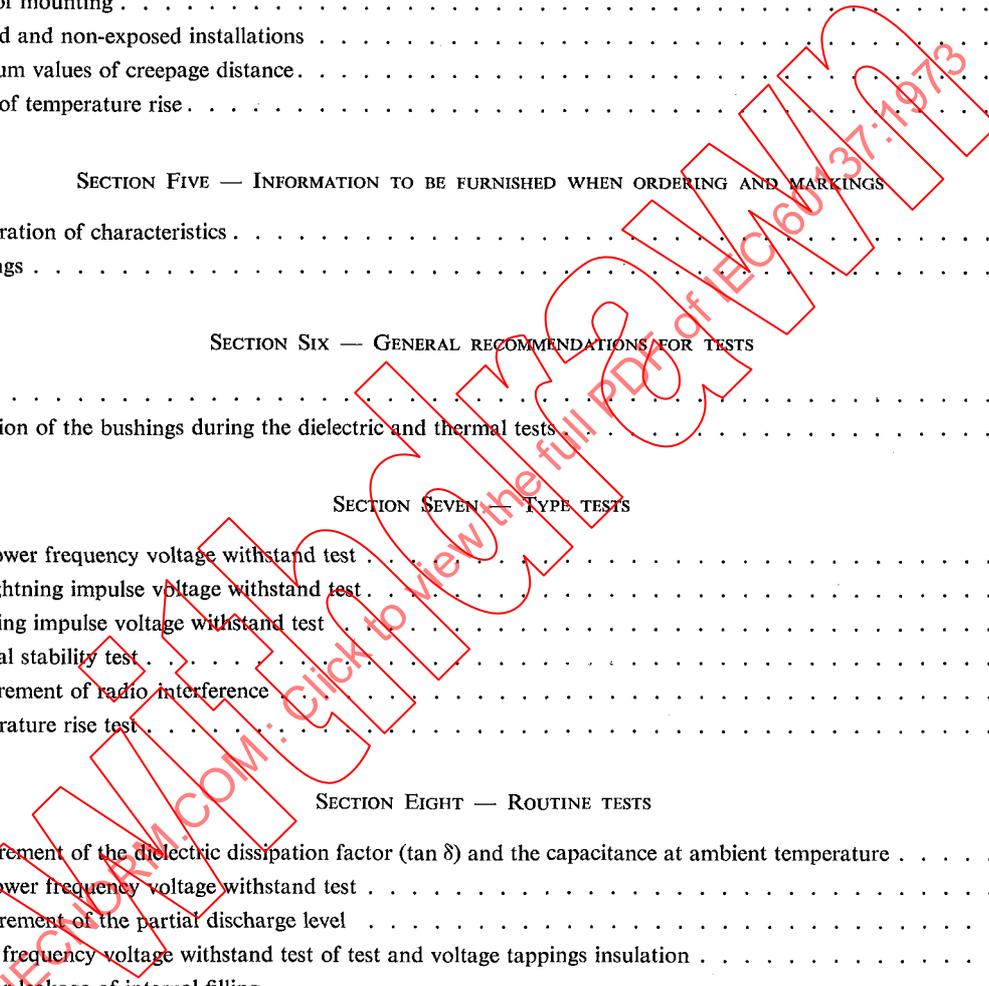
52. Wet power frequency voltage withstand test . . . . .	35
53. Dry lightning impulse voltage withstand test . . . . .	35
54. Switching impulse voltage withstand test . . . . .	37
55. Thermal stability test . . . . .	37
56. Measurement of radio interference . . . . .	37
57. Temperature rise test . . . . .	39

SECTION EIGHT — ROUTINE TESTS

58. Measurement of the dielectric dissipation factor ( $\tan \delta$ ) and the capacitance at ambient temperature . . . . .	43
59. Dry power frequency voltage withstand test . . . . .	45
60. Measurement of the partial discharge level . . . . .	45
61. Power frequency voltage withstand test of test and voltage tappings insulation . . . . .	47
62. Test for leakage of internal filling . . . . .	49

SECTION NINE — SPECIAL TESTS

63. Test for leakage at flange or other fixing device . . . . .	49
TABLES . . . . .	51



COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**TRAVERSÉES ISOLÉES POUR TENSIONS ALTERNATIVES  
SUPÉRIEURES À 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 l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PRÉFACE

La présente recommandation a été établie par le Sous-Comité 36A : Traversées isolées, du Comité d'Etudes N° 36 de la CEI: Isolateurs.

Elle remplace la première édition parue en 1962. La décision d'entreprendre les travaux de révision fut prise à Bucarest en 1962. Les travaux de révision commencèrent après la réunion tenue à Tokyo en 1965. Des discussions eurent lieu lors des réunions tenues à Bruxelles en 1968 et à Téhéran en 1969. A la suite de cette dernière réunion, un projet, document 36A(Bureau Central)11, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en janvier 1971. En considération des commentaires reçus, un projet modifié, document 36A(Bureau Central)13, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Procédure des Deux Mois en juillet 1972.

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

Afrique du Sud (République d')	Pays-Bas
Allemagne	Pologne
Australie	Portugal
Danemark	Roumanie
Espagne	Royaume-Uni
Etats-Unis d'Amérique	Suède
Finlande	Suisse
France	Turquie
Italie	Union des Républiques
Norvège	Socialistes Soviétiques

Lors de la mise au point du texte en vue de sa publication, il n'a été tenu compte que des observations purement rédactionnelles, n'altérant pas le sens du texte original. Il convient de signaler que celui-ci, se référant aux travaux encore en cours d'élaboration dans les Comités d'Etudes N° 28 : Coordination de l'isolement, et N° 42 : Technique des essais à haute tension, devra subir des modifications et recevoir des compléments, lorsque ces travaux seront achevés et adaptés au cas particulier des traversées. Il a paru préférable de ne pas retarder la parution de la présente recommandation jusqu'au moment où toutes les modifications nécessaires pourront être complètement incorporées dans le texte.

Les réunions ultérieures du Sous-Comité 36A traiteront, en liaison avec les Comités d'Etudes intéressés, de ces questions, en vue de préparer une troisième édition de la Publication 137.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**BUSHINGS FOR ALTERNATING VOLTAGES ABOVE 1 000 V**

FOREWORD

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

PREFACE

This recommendation has been prepared by Sub-Committee 36A, Insulated Bushings, of IEC Technical Committee No. 36, Insulators.

It replaces the first edition published in 1962. The decision to revise the first edition was taken in Bucharest in 1962. The work of revision was started after the meeting held in Tokyo in 1965. Discussions were held at the meetings in Brussels in 1968 and in Tehran in 1969. Following this last meeting, a draft, document 36A(Central Office)11, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in January 1971. With due consideration to the comments received, a modified draft, document 36A(Central Office)13, was submitted to the National Committees for approval under the Two Months' Procedure in July 1972.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	Romania
Denmark	South Africa (Republic of)
Finland	Spain
France	Sweden
Germany	Switzerland
Italy	Turkey
Netherlands	Union of Soviet
Norway	Socialist Republics
Poland	United Kingdom
Portugal	United States of America

On drawing up the final text, with a view to its publication, only comments of a purely editorial nature have been taken into consideration, without changing the purport of the original text. It is appropriate to point out that the text, in view of the work still in progress in Technical Committees No. 28, Insulation Co-ordination, and No. 42, High Voltage Test Techniques, will have to be modified and supplemented when the work is completed and, moreover, adapted to the requirements of bushings. It seemed preferable not to postpone the publication of this recommendation until all the necessary amendments could be incorporated into the text.

At future meetings, Sub-Committee 36A will deal with these questions, keeping in touch with the relevant Technical Committees, with a view to preparing a third edition of Publication 137.

# TRAVERSÉES ISOLÉES POUR TENSIONS ALTERNATIVES SUPÉRIEURES À 1000 V

## SECTION UN — DOMAINE D'APPLICATION ET OBJET

### 1. **Domaine d'application**

La présente recommandation s'applique aux traversées dont les définitions sont données à la section deux, Définitions.

Cette recommandation s'applique aux traversées livrées séparément, destinées à la construction des appareils, machines, transformateurs et aux installations électriques. Elle s'applique également aux traversées faisant partie d'un appareil déterminé, lorsque la recommandation d'appareil correspondante l'exige.

Cette recommandation s'applique aux traversées pour les réseaux à courant triphasé de tension nominale supérieure à 1 000 volts et de fréquence comprise entre 15 Hz et 60 Hz.

L'application de la présente recommandation aux traversées destinées aux réseaux non triphasés doit faire l'objet de conventions particulières.

Cette recommandation ne s'applique pas aux traversées de redresseur à vapeur de mercure ni à celles dont l'isolation principale est assurée par un gaz autre que l'air à la pression atmosphérique. De telles traversées doivent faire l'objet de conventions particulières.

*Note.* — Si une traversée, en raison de son mode de construction ou d'emploi, ne peut pas être essayée séparément dans les conditions spécifiées dans cette recommandation, la procédure d'essai doit être décidée par entente entre l'acheteur et le fournisseur.

### 2. **Objet**

La présente recommandation fixe :

- 2.1 Les définitions.
- 2.2 Le régime nominal.
- 2.3 Les conditions de service.
- 2.4 Les renseignements à fournir lors des commandes et les marques d'identification.
- 2.5 Les essais de type, individuels, de prélèvement et spéciaux.

## SECTION DEUX — DÉFINITIONS

Les définitions ci-après sont applicables pour la présente recommandation :

### 3. **Traversée**

Une traversée est un dispositif servant à conduire un ou plusieurs conducteurs à travers une paroi, telle qu'un mur, une cuve, etc., en le ou les isolant de cette paroi; ce dispositif comporte les moyens de fixation (bride ou autre dispositif de fixation) sur la paroi.

## BUSHINGS FOR ALTERNATING VOLTAGES ABOVE 1 000 V

### SECTION ONE — SCOPE AND OBJECT

#### 1. Scope

This recommendation applies to bushings as defined in Section Two, Definitions.

This recommendation applies to bushings supplied separately, for use in the construction of electrical apparatus, machines, transformers and electrical installations. It also applies to bushings supplied as an integral part of apparatus when required by the corresponding apparatus recommendation.

This recommendation applies to bushings for three-phase alternating current systems, having rated voltages above 1 000 volts and frequencies between 15 Hz and 60 Hz.

The application of this recommendation to bushings for other than three-phase systems shall be subject to special agreement.

This recommendation does not apply to bushings for use with mercury vapour rectifiers or to bushings in which the major insulation consists of gas other than air at atmospheric pressure. Such bushings shall be subject to special agreement.

*Note.* — If the bushing, due to its design or use, cannot be tested separately under the conditions specified in this recommendation, the test procedure is to be agreed upon between purchaser and supplier.

#### 2. Object

This recommendation covers:

- 2.1 Definitions.
- 2.2 Ratings.
- 2.3 Operating conditions.
- 2.4 Information to be furnished when ordering and markings.
- 2.5 Type, routine, sample and special tests.

### SECTION TWO — DEFINITIONS

For the purpose of this recommendation, the following definitions shall apply:

#### 3. Bushing

A bushing is a structure carrying one or several conductors through a partition such as a wall or tank, etc., and insulating it or them therefrom, including the means of attachment (flange or other fixing device) to the partition.

Le conducteur peut être fixe, c'est-à-dire solidaire de la traversée, ou démontable, c'est-à-dire introduit dans le tube central de la traversée.

4. **Traversée à remplissage d'un liquide**

Une traversée à remplissage d'un liquide est une traversée dont l'espace entre la surface intérieure de l'enveloppe isolante et l'isolation principale (ou entre la surface intérieure de l'enveloppe isolante et le conducteur en cas de traversée sans autre isolation principale) est rempli d'huile ou d'un autre isolant liquide.

5. **Traversée en papier imprégné d'huile**

Une traversée en papier imprégné d'huile est une traversée dont l'isolation principale est assurée par un corps enroulé en papier non traité et imprégné ensuite d'un isolant liquide, généralement d'huile de transformateur. Le corps est placé dans une enveloppe isolante, l'espace entre le corps et l'enveloppe isolante étant rempli du même isolant liquide que celui employé pour l'imprégnation.

6. **Traversée en papier enduit de résine**

Une traversée en papier enduit de résine est une traversée dont l'isolation principale est assurée par un corps enroulé en papier enduit de résine. Lors de l'enroulement chaque couche de papier est liée à la précédente par l'enduit de résine et la cohésion obtenue par le durcissement de la résine.

*Note.* — Une traversée en papier enduit de résine peut comporter une enveloppe isolante. Dans ce cas, l'espace intermédiaire peut être rempli d'un isolant liquide ou d'un autre milieu isolant.

7. **Traversée en papier imprégné de résine**

Une traversée en papier imprégné de résine est une traversée dont l'isolation principale est assurée par un corps enroulé en papier non traité et imprégné ensuite de résine durcissable.

*Note.* — Une traversée en papier imprégné de résine peut comporter une enveloppe isolante. Dans ce cas, l'espace intermédiaire peut être rempli d'un isolant liquide ou d'un autre milieu isolant.

8. **Traversée en matière céramique, en verre ou en matière inorganique analogue**

Une traversée en matière céramique, en verre ou en matière inorganique analogue est une traversée dans laquelle l'isolation principale est assurée par une matière céramique, par du verre ou par une matière inorganique analogue.

9. **Traversée en matière coulée**

Une traversée en matière coulée est une traversée dans laquelle l'isolation principale est assurée par une matière organique coulée avec ou sans addition d'une charge en matière inorganique.

The conductor may be an integral part of the bushing or be drawn into the central tube of the bushing.

4. **Liquid filled bushing**

A liquid filled bushing is a bushing in which the space between the inside surface of the insulating envelope and the major insulation (or between the inside surface of the insulating envelope and the conductor where no other major insulation is used) is filled with oil or another insulating liquid.

5. **Oil impregnated paper bushing**

An oil impregnated paper bushing is a bushing in which the major insulation consists of a core wound from untreated paper and subsequently impregnated with an insulating liquid, generally transformer oil. The core is placed in an insulating envelope, the space between core and the insulating envelope being filled with the same insulating liquid as that used for impregnation.

6. **Resin bonded paper bushing**

A resin bonded paper bushing is a bushing in which the major insulation consists of a core wound from resin coated paper. During the winding process, each paper layer is bonded to the previous layer by its resin coating and the bonding achieved by curing the resin.

*Note.* — A resin bonded paper bushing may be provided with an insulating envelope, in which case the intervening space may be filled with an insulating liquid or another insulating medium.

7. **Resin impregnated paper bushing**

A resin impregnated paper bushing is a bushing in which the major insulation consists of a core wound from untreated paper and subsequently impregnated with a curable resin.

*Note.* — A resin impregnated paper bushing may be provided with an insulating envelope, in which case the intervening space may be filled with an insulating liquid or another insulating medium.

8. **Ceramic, glass or analogous inorganic material bushing**

A ceramic, glass or analogous inorganic material bushing is a bushing in which the major insulation consists of a ceramic, glass or analogous inorganic material.

9. **Cast insulation bushing**

A cast insulation bushing is a bushing in which the major insulation consists of a cast organic material with or without an inorganic filler.

10. **Traversée à isolation combinée**

Une traversée à isolation combinée est une traversée dans laquelle l'isolation principale est assurée par plusieurs isolants disposés coaxialement.

11. **Traversée condensateur**

Une traversée condensateur est une traversée dans laquelle des couches conductrices métalliques ou non métalliques sont disposées dans la matière isolante afin d'assurer une répartition convenable du champ électrique.

*Notes 1.* — Dans une traversée condensateur, l'isolation principale est généralement assurée par un des types suivants:

- papier imprégné d'huile,
- papier enduit de résine,
- papier imprégné de résine,
- matière coulée,
- combinée.

2. — Une traversée condensateur peut comporter une enveloppe isolante. Dans ce cas, l'espace intermédiaire peut être rempli d'un isolant liquide ou d'un autre milieu isolant.

12. **Traversée d'intérieur**

Une traversée d'intérieur est une traversée dont les deux extrémités sont destinées à être dans l'air à la pression atmosphérique mais non soumises aux intempéries.

*Note.* — Dans les installations d'intérieur, il faut éviter la condensation d'humidité sur la surface des traversées en prévoyant, s'il y a lieu, une ventilation ou un chauffage.

13. **Traversée d'extérieur**

Une traversée d'extérieur est une traversée dont les deux extrémités sont destinées à être dans l'air à la pression atmosphérique et soumises aux intempéries.

14. **Traversée d'extérieur-intérieur**

Une traversée d'extérieur-intérieur est une traversée dont les deux extrémités sont destinées à être dans l'air à la pression atmosphérique. Une extrémité est destinée à être soumise aux intempéries, et l'autre n'est pas destinée à être soumise aux intempéries.

*Note.* — Voir note à l'article 12 concernant les installations d'intérieur.

15. **Traversée immergée d'intérieur**

Une traversée immergée d'intérieur est une traversée dont une des extrémités est destinée à être dans l'air à la pression atmosphérique mais non soumise aux intempéries et l'autre à l'immersion dans un milieu isolant autre que l'air à la pression atmosphérique (par exemple l'huile, air ou gaz sous pression).

*Note.* — Voir note à l'article 12 concernant les installations d'intérieur.

10. **Composite bushing**

A composite bushing is a bushing in which the major insulation consists of several coaxial layers of different insulating materials.

11. **Condenser bushing**

A condenser bushing is a bushing in which metallic or non-metallic conducting layers are arranged within the insulating material for the purpose of controlling the distribution of the electric field of the bushing.

*Notes 1.* — The major insulation of a condenser bushing generally consists of one of the following types:

- oil impregnated paper,
- resin bonded paper,
- resin impregnated paper,
- cast insulation,
- composite.

2. — A condenser bushing may be provided with an insulating envelope, in which case the intervening space may be filled with an insulating liquid or another insulating medium.

12. **Indoor bushing**

An indoor bushing is a bushing both ends of which are intended to be in air at atmospheric pressure but not exposed to the weather.

*Note.* — In indoor installations, moisture condensation on the surface of the bushings is to be avoided, if necessary by ventilation or heating.

13. **Outdoor bushing**

An outdoor bushing is a bushing both ends of which are intended to be in air at atmospheric pressure and exposed to the weather.

14. **Outdoor-indoor bushing**

An outdoor-indoor bushing is a bushing both ends of which are intended to be in air at atmospheric pressure. One end is intended to be exposed to the weather and the other end is intended not to be exposed to the weather.

*Note.* — See Note to Clause 12 regarding indoor installations.

15. **Indoor-immersed bushing**

An indoor-immersed bushing is a bushing one end of which is intended to be in air at atmospheric pressure but not exposed to the weather and the other end to be immersed in an insulating medium other than air at atmospheric pressure (e.g. oil, compressed air or gas).

*Note.* — See Note to Clause 12 regarding indoor installations.

16. **Traversée immergée d'extérieur**

Une traversée immergée d'extérieur est une traversée dont une des extrémités est destinée à être dans l'air à la pression atmosphérique et soumise aux intempéries et l'autre à l'immersion dans un milieu isolant autre que l'air à la pression atmosphérique (par exemple l'huile, air ou gaz sous pression).

17. **Traversée immergée complètement**

Une traversée immergée complètement est une traversée dont les deux extrémités sont destinées à l'immersion dans un milieu isolant autre que l'air à la pression atmosphérique (par exemple l'huile, air ou gaz sous pression).

18. **Installation en situation exposée**

Une installation en situation exposée est une installation dans laquelle le matériel est soumis à des surtensions d'origine atmosphérique.

19. **Installation en situation non exposée**

Une installation en situation non exposée est une installation dans laquelle le matériel n'est pas soumis à des surtensions d'origine atmosphérique.

20. **Tension la plus élevée du réseau**

La tension la plus élevée du réseau est la valeur la plus élevée de la tension efficace entre phases qui peut se présenter à un instant et en un point du réseau quelconque dans les conditions de service normales. Cette valeur ne tient pas compte des variations temporaires de tension dues aux défauts ou aux déclenchements brusques entraînant la séparation de charges importantes (voir Publication 38 de la CEI: Tensions normales de la CEI).

21. **Tension la plus élevée pour le matériel**

La tension la plus élevée pour le matériel est la tension efficace entre phases la plus élevée pour laquelle le matériel d'un réseau est conçu en ce qui concerne, notamment, son isolation. Cette tension doit être au moins égale à la tension la plus élevée du réseau auquel le matériel est destiné. Ceci n'est pas applicable aux traversées dont les moyens de fixation (bride ou autre dispositif de fixation) ne sont pas mises à la terre (par exemple batteries de condensateurs, connectées en série).

22. **Niveau d'isolement**

Le niveau d'isolement d'un matériel est défini par les valeurs d'essai de sa tension de tenue au choc de foudre et de sa tension de tenue à fréquence industrielle ainsi que, s'il y a lieu, de sa tension de tenue au choc de manœuvre.

*Note.* — La définition ci-dessus ainsi que celles des articles 18, 19, 20 et 21 sont provisoirement conservées sans se référer à la nouvelle édition (1972) de la Publication 71 de la CEI: Coordination de l'isolement, pour les raisons indiquées dans la préface.

16. **Outdoor-immersed bushing**

An outdoor-immersed bushing is a bushing one end of which is intended to be in air at atmospheric pressure and exposed to the weather and the other end to be immersed in an insulating medium other than air at atmospheric pressure (e.g. oil, compressed air or gas).

17. **Completely immersed bushing**

A completely immersed bushing is a bushing both ends of which are intended to be immersed in an insulating medium other than air at atmospheric pressure (e.g. oil, compressed air or gas).

18. **Exposed installation**

An exposed installation is an installation in which the equipment is subject to overvoltages of atmospheric origin.

19. **Non-exposed installation**

A non-exposed installation is an installation in which the equipment is not subject to overvoltages of atmospheric origin.

20. **Highest system voltage**

The highest system voltage is the highest r.m.s. phase-to-phase voltage which can be present under normal operating conditions at any time and at any point on the system. It excludes temporary variations due to fault conditions and the sudden disconnection of large loads (see IEC Publication 38, IEC Standard Voltages).

21. **Highest voltage for equipment**

The highest voltage for equipment is the highest r.m.s. phase-to-phase voltage for which the equipment is designed regarding particularly its insulation. This voltage shall be at least equal to the highest voltage of the system for which the equipment is intended. It is not applicable to bushings of which the means of attachment (flange or other fixing device) is not connected to ground (e.g. capacitor banks with series-connected capacitors).

22. **Insulation level**

The insulation level of an equipment is defined by the values of its lightning impulse and power frequency withstand test voltages as well as by its switching impulse withstand test voltage when applicable.

*Note.* — The above definition as well as those of Clauses 18, 19, 20 and 21 are provisionally retained without reference to the new edition (1972) of IEC Publication 71, Insulation Co-ordination, for the reasons given in the Preface.

23. **Echauffement**

L'échauffement d'une traversée est la différence entre la température mesurée du point le plus chaud des pièces de la traversée parcourues par le courant et la température du milieu de refroidissement qui l'environne (voir article 47).

24. **Contournement**

Un contournement est une décharge disruptive à l'extérieur de la traversée, dans l'air à la pression atmosphérique ou dans le milieu d'immersion, reliant les pièces métalliques entre lesquelles est appliquée la tension d'essai. Le contournement se traduit par une augmentation appréciable du courant débité par l'installation d'essai.

*Note.* — Une définition complète du terme « contournement » est donnée dans la Publication 60 de la CEI: Essais à haute tension.

25. **Perforation**

Une perforation est une destruction localisée d'isolation de la traversée causée par une décharge disruptive qui la traverse.

*Notes 1.* — Le fait qu'un fragment se détache de l'enveloppe isolante ou que la surface se détériore sous l'action de la chaleur d'un arc de contournement ne doit pas être considéré comme une perforation.

*2.* — Une définition complète du terme « perforation » est donnée dans la Publication 60 de la CEI: Essais à haute tension.

26. **Ligne de fuite**

La ligne de fuite d'une traversée est la somme des plus courtes distances le long du contour des surfaces extérieures de l'enveloppe isolante entre les pièces métalliques qui ont entre elles normalement la tension de service.

27. **Enveloppe isolante**

Une enveloppe isolante est une enveloppe de matière inorganique ou organique, comme par exemple une matière céramique ou une résine coulée placée autour d'une partie ou autour de la traversée entière.

28. **Prise de mesure**

Une prise de mesure est une connexion, isolée de la bride ou autre dispositif de fixation, reliée à une des dernières couches conductrices d'une traversée condensateur pour permettre des mesures lorsque la traversée est dans la position de service. En service, cette connexion est mise à la terre. La prise est accessible de l'extérieur de la traversée.

23. **Temperature rise**

The temperature rise of a bushing is the difference between the measured temperature of the hottest spot of the bushing current carrying parts and the temperature of the surrounding cooling medium (see Clause 47).

24. **Flashover**

A flashover is a disruptive discharge on the outside of the bushing, in air at atmospheric pressure or in the immersion medium, between the metallic parts to which the test voltage is applied. Flashover is characterized by a marked increase in the current supplied by the test installation.

*Note.* — A complete definition of the term “flashover” is given in IEC Publication 60, High Voltage Test Techniques.

25. **Puncture**

A puncture is a local breakdown of any insulation of the bushing caused by a disruptive discharge passing through it.

*Notes 1.* — A fragment breaking away from the insulating envelope or damage to its surface due to the heat of a surface arc shall not be considered a puncture.

*2.* — A complete definition of the term “puncture” is given in IEC Publication 60, High Voltage Test Techniques.

26. **Creepage distance**

The creepage distance of a bushing is the sum of the shortest distances along the contours of the outside surfaces of the insulating envelope between the metal parts which normally have the operating voltage between them.

27. **Insulating envelope**

An insulating envelope is an envelope of inorganic or organic material, such as ceramic or cast resin, placed round the whole or part of a bushing.

28. **Test tapping**

A test tapping is a connection, insulated from the flange or other fixing device, made to one of the outer conducting layers of a condenser bushing in order to allow measurements whilst the bushing is in its operating position. This connection is earthed in operation. The tapping is accessible from outside the bushing.

29. **Prise de potentiel**

Une prise de potentiel est une connexion, isolée de la bride ou autre dispositif de fixation, reliée à une des dernières couches conductrices d'une traversée condensateur, de façon à obtenir une source de potentiel lorsque la traversée est en service. La tension nominale de la prise de potentiel est la tension la plus élevée prévue pour alimenter l'équipement de mesure associé, connecté à la charge nominale, lorsque la tension nominale phase-terre de la traversée est appliquée à la traversée à la fréquence nominale. La prise est accessible de l'extérieur de la traversée.

30. **Essai individuel**

Un essai individuel est un essai effectué sur toutes les traversées.

31. **Essai de type**

Un essai de type est un essai effectué pour déterminer la validité de la conception d'une traversée sous le rapport de son régime nominal et de son fonctionnement correct dans les conditions de service normal et dans les conditions de service spécial, s'il en est de spécifiées. L'essai de type n'est effectué que sur une traversée représentative d'un type et d'une conception donnée et, en général, n'est pas répété à chaque fourniture.

32. **Essai de prélèvement**

Un essai de prélèvement est un essai effectué sur un prélèvement d'une fourniture.

33. **Essai spécial**

Un essai spécial est un essai autre qu'un essai de type, individuel ou de prélèvement, défini par entente entre l'acheteur et le fournisseur, et effectué sur une ou plusieurs traversées de la même fourniture.

SECTION TROIS — RÉGIME NOMINAL

34. **Tension nominale ( $U_N$ )**

La tension nominale d'une traversée est la tension qui sert à la désigner.

La tension nominale d'une traversée est la tension la plus élevée pour le matériel et doit être prise parmi les valeurs des séries données à l'article 36.

35. **Tension nominale phase-terre ( $U_y$ )**

La tension nominale phase-terre est la valeur efficace la plus élevée de la tension que la traversée peut supporter en permanence en service normal, entre son conducteur intérieur et sa bride ou autre dispositif de fixation. Elle doit toujours être indiquée.

*Note.* — La tension nominale phase-terre d'une traversée sera généralement égale à la tension la plus élevée pour le matériel, divisée par  $\sqrt{3}$ .

Toutefois pour les réseaux qui sont destinés à fonctionner avec une phase à la terre pendant une durée dépassant 8 heures par jour, ou 125 heures par an, il est recommandé d'utiliser des traversées dont la tension nominale phase-terre est supérieure à la valeur indiquée ci-dessus. Dans des cas exceptionnels, il peut être opportun de choisir une traversée dont la tension nominale phase-terre est égale à la tension la plus élevée du réseau.

29. **Voltage tapping**

A voltage tapping is a connection, insulated from the flange or other fixing device, made to one of the outer conducting layers of a condenser bushing in order to provide a voltage source whilst the bushing is in operation. The rated voltage of the tapping is the highest voltage at which the tapping is designed to supply the associated equipment, with rated load connected thereto, when the rated phase-to-ground voltage of the bushing is applied to the bushing, at the rated frequency. The tapping is accessible from outside the bushing.

30. **Routine test**

A routine test is a test carried out on each bushing.

31. **Type test**

A type test is a test carried out to determine the adequacy of the design of a bushing with regard to its ratings and with regard to its correct performance under normal operating conditions, and under special operating conditions, if specified. A type test is carried out only on one representative bushing of a given type and design and, generally, is not repeated on each consignment.

32. **Sample test**

A sample test is a test carried out on a sample of a consignment.

33. **Special test**

A special test is a test other than a type, routine or sample test, defined by agreement between supplier and purchaser and carried out on one or more bushings of a particular consignment.

SECTION THREE — RATINGS

34. **Rated voltage ( $U_n$ )**

The rated voltage of a bushing is the voltage by which it is designated.

The rated voltage of a bushing is the highest voltage for equipment and shall be one of the values given in the series in Clause 36.

35. **Rated phase-to-ground voltage ( $U_y$ )**

The rated phase-to-ground voltage is the highest r.m.s. value of the voltage which the bushing can withstand continuously, in normal operation, between conductor and flange or other fixing device and shall always be indicated.

*Note.* — The rated phase-to-ground voltage of a bushing will generally be equal to the highest voltage for equipment divided by  $\sqrt{3}$ .

However, for systems intended to operate for periods exceeding 8 hours in any 24 hours or 125 hours per annum with one phase grounded, the use of a bushing of which the rated phase-to-ground voltage exceeds the value indicated above is recommended. In extreme cases, it may be advisable to choose a bushing with a rated phase-to-ground voltage equal to the highest system voltage.

### 36. Valeurs normalisées de la tension nominale

Les valeurs normalisées de la tension nominale (en kilovolts) d'une traversée doivent être choisies parmi les valeurs suivantes:

#### 36.1 Tensions inférieures ou égales à 52 kV

Série I (pour réseaux à 50 Hz et 60 Hz):

3,6 – 7,2 – 12 – 17,5 – 24 – 36 – 52

*Note.* — Dans la pratique, en U.R.S.S., cette série est identique jusqu'à 24 kV inclus et n'est suivie que de la tension nominale 40,5 kV.

Série II (pour réseaux à 60 Hz — pratique nord-américaine):

2,75 – 5,5 – 9,52 – 15,5 – 25,8 – 38 – 48,3

#### 36.2 Tensions supérieures ou égales à 72,5 kV

72,5 – 123 – 145 – 170 – 245 – 300 – 362 – 420 – 525 – 765

Les tensions ci-dessus correspondent aux tensions les plus élevées pour le matériel qui sont indiquées dans la Publication 38 de la CEI: Tensions normales de la CEI.

### 37. Courant nominal

Le courant nominal d'une traversée est le courant qui sert à la désigner.

Le courant nominal est la valeur efficace du courant par lequel le conducteur de la traversée peut être parcouru en service continu à la fréquence nominale, sans que l'échauffement du point le plus chaud du conducteur, du tube central ou d'autres pièces parcourues par le courant de la traversée dépasse les limites spécifiées aux conditions d'essai à l'article 57.

*Notes 1.* — Dans le cas de traversées dont le conducteur est introduit dans le tube central, le fournisseur doit indiquer la valeur de la section et la matière du conducteur qui correspondent au courant nominal.

2. — Le courant nominal de la traversée n'est pas nécessairement identique au courant nominal de l'appareil entier. Il peut être plus élevé ou plus bas dans la mesure où les conditions de service effectives s'écartent des conditions d'essai normal de la traversée. On admet, comme règle générale pour le courant admissible en service, le fait qu'il ne doit pas donner lieu à un échauffement du conducteur, du tube central ou d'autres pièces parcourues par le courant supérieur à l'échauffement admissible selon l'article 47 par rapport au milieu de refroidissement correspondant, défini à l'article 43.

### 38. Valeurs normalisées du courant nominal

Les valeurs normalisées du courant nominal (en ampères) d'une traversée doivent être choisies parmi les valeurs normalisées suivantes:

100 – 250 – 400 – 630 – 800 – 1 000 – 1 250 – 1 600 – 2 000 – 2 500 – 3 150 – 4 000 – 5 000 – 6 300 – 8 000 – 10 000 – 12 500 – 16 000 – 20 000 – 25 000 – 31 500

36. **Standard values of rated voltage**

The standard values of rated voltage (in kilovolts) of a bushing shall be chosen from the standard values given below:

36.1 *Voltages equal to or below 52 kV*

Series I (for 50 Hz and 60 Hz systems):

3.6 – 7.2 – 12 – 17.5 – 24 – 36 – 52

*Note.*— This series is identical with U.S.S.R. practice up to and including 24 kV followed by the voltage 40.5 kV only.

Series II (for 60 Hz systems — North American practice):

2.75 – 5.5 – 9.52 – 15.5 – 25.8 – 38 – 48.3

36.2 *Voltages equal to or above 72.5 kV*

72.5 – 123 – 145 – 170 – 245 – 300 – 362 – 420 – 525 – 765

The above series of voltages corresponds to the highest voltage for equipment indicated in IEC Publication 38, IEC Standard Voltages.

37. **Rated current**

The rated current of a bushing is the current by which it is designated.

The rated current is the r.m.s. value of current which the conductor of the bushing can carry in continuous operation at the rated frequency without the temperature rise of the hottest spot of the conductor, central tube or other current carrying parts of the bushing exceeding the specified limits under the test conditions in Clause 57.

*Notes 1.* — In case of bushings with the conductor drawn into the central tube, the supplier shall indicate the value of the section and material of the conductor which correspond to the rated current.

*2.* — The rated current of the bushing need not necessarily be identical to the rated current of the complete apparatus. It may be higher or lower, depending upon how the actual operating conditions deviate from the standard test conditions for the bushing. The general rule for the permissible operating current should be that it must not give rise to temperatures of the conductor, central tube or other current carrying parts higher than the permitted temperature rise according to Clause 47, added to the temperature of the relevant cooling medium as given in Clause 43.

38. **Standard values of rated current**

The standard values of rated current (in amperes) of a bushing shall be chosen from the standard values given below:

100 – 250 – 400 – 630 – 800 – 1 000 – 1 250 – 1 600 – 2 000 – 2 500 – 3 150 – 4 000 – 5 000 – 6 300 – 8 000 – 10 000 – 12 500 – 16 000 – 20 000 – 25 000 – 31 500

39. **Courant nominal de courte durée**

Le courant nominal de courte durée est la valeur efficace du courant par lequel le conducteur de la traversée peut être parcouru pour la durée nominale sans que la traversée ou ses parties soient endommagées.

La valeur normalisée de la durée nominale est une seconde, sauf autres exigences imposées par des spécifications relatives aux appareils sur lesquels la traversée doit être installée.

*Note.* — Il est à décider par entente entre l'acheteur et le fournisseur s'il y a lieu d'effectuer un essai de courant de courte durée et la procédure d'essai.

40. **Valeurs minimales du courant nominal de courte durée**

Sauf indication contraire, la valeur minimale du courant nominal de courte durée d'une traversée est 25 fois le courant nominal pour la durée nominale d'une seconde.

41. **Fréquence nominale**

La fréquence nominale d'une traversée est la fréquence qui sert à la désigner.

SECTION QUATRE — CONDITIONS DE SERVICE

42. **Altitude**

Sauf indication contraire, on admet que les traversées dont l'une ou les deux extrémités sont destinées à être dans l'air à la pression atmosphérique sont conçues pour service à une altitude qui ne dépasse pas 1 000 mètres.

*Note.* — Aux altitudes élevées, la densité de l'air est inférieure à celle du niveau de la mer. La rigidité diélectrique de l'air est alors réduite et les distances dans l'air qui sont suffisantes aux altitudes ne dépassant pas 1 000 mètres ne le sont pas nécessairement aux altitudes plus élevées.

L'altitude n'influence pas la tension de perforation ni la tension de contournement dans le milieu d'immersion d'une traversée.

Bien que le niveau d'isolement se réfère au niveau de la mer, les traversées qui correspondent à la présente recommandation sont conçues pour servir à des altitudes inférieures à 1 000 mètres. Pour s'assurer que les tensions de tenue extérieures ne soient pas diminuées aux altitudes supérieures à 1 000 mètres, il faut augmenter la distance dans l'air par rapport à celle prévue normalement. Il n'est pas nécessaire de modifier l'épaisseur radiale de l'isolation, ni la distance de l'extrémité immergée.

La distance dans l'air d'une traversée conçue pour service à une altitude dépassant 1 000 mètres doit être telle que si la traversée pouvait être essayée à une altitude inférieure à 1 000 mètres, la distance dans l'air devrait supporter l'application des tensions d'essai supérieures.

Par suite des limitations imposées par la tension de perforation et la tension de contournement dans le milieu d'immersion, il ne sera pas toujours possible de vérifier l'efficacité de cette augmentation de la distance dans l'air en effectuant des essais à une altitude inférieure à celle de service. Dans un tel cas, le fournisseur pourra démontrer par d'autres moyens que la distance dans l'air est efficace.

L'augmentation du niveau d'isolement, sur lequel est basée la distance dans l'air, doit être, à titre de guide, de 1,25 % par 100 mètres à partir de 1 000 mètres au-dessus du niveau de la mer.

*Exemple:* Altitude du lieu d'installation: 2 800 m  
Augmentation du niveau d'isolement:  $= (28 - 10) \times 1,25$   
 $= 22,5\%$



43. **Température des milieux de refroidissement**

Sauf indication contraire, on admet que les traversées sont conçues pour service à des températures (en degrés Celsius) des milieux de refroidissement qui ne dépassent pas les limites ci-après:

— air ambiant:	maximum	40 °C
	moyenne journalière maximale	30 °C
pour traversées d'intérieur:		
	classe 1: minimum	— 5 °C
	classe 2: minimum	—20 °C
	classe 3: minimum	—40 °C
pour traversées d'extérieur:		
	classe 1: minimum	—25 °C
	classe 2: minimum	—40 °C
	classe 3: minimum	—60 °C
— milieu d'immersion:	maximum	100 °C
	moyenne journalière	90 °C

Notes 1. — Les valeurs ci-dessus pour le milieu d'immersion sont applicables en l'absence d'autres indications. Il faut en principe se référer à la recommandation de la CEI correspondant à l'appareil auquel la traversée est destinée.

2. — La température moyenne du milieu de refroidissement peut être calculée en établissant la moyenne des températures relevées à chaque heure pendant 24 heures de suite. Si l'air ambiant est le milieu de refroidissement, la moyenne des températures journalières maximale et minimale peut être prise. Dans ce cas, la valeur obtenue est généralement légèrement plus haute que la moyenne journalière effective, toutefois elle ne s'écarte pas de celle-ci de plus de 1 °C.

44. **Angle de montage**

Sauf indication contraire, on admet que la traversée est conçue pour montage avec un angle d'inclinaison qui ne dépasse pas 30° par rapport à la verticale.

45. **Installation en situation exposée et non exposée**

Sauf indication contraire, on admet que la traversée est conçue pour service en situation exposée.

46. **Valeurs minimales des lignes de fuite**

Les valeurs minimales des lignes de fuite (en millimètres par unité de tension nominale) pour traversées dont une ou les deux extrémités sont destinées à être à l'extérieur sont les suivantes:

— pour atmosphères normales et légèrement polluées:	16 mm/kV
— pour atmosphères fortement polluées:	23 mm/kV

Notes 1. — Les lignes de fuite spécifiées sont les valeurs minimales à obtenir lors de la mesure sur l'enveloppe isolante.

2. — Il n'est pas possible de donner une définition précise d'une atmosphère normale, légèrement ou fortement polluée. La classification des atmosphères polluées, un guide pour le choix de la meilleure isolation et des procédures d'essai représentatifs sont à l'étude. Dans certains cas, les valeurs de ligne de fuite indiquées ci-dessus à titre d'orientation ne seront peut-être pas suffisantes.

43. **Temperature of the cooling media**

Unless otherwise stated, it shall be assumed that bushings are designed for operation at temperatures (in degrees Celsius) of the cooling media not exceeding the following limits:

— ambient air:	maximum	40 °C
	maximum daily mean	30 °C
for indoor bushings:		
	class 1: minimum	— 5 °C
	class 2: minimum	—20 °C
	class 3: minimum	—40 °C
for outdoor bushings:		
	class 1: minimum	—25 °C
	class 2: minimum	—40 °C
	class 3: minimum	—60 °C
— immersion medium:	maximum	100 °C
	daily mean	90 °C

*Notes 1.* — The above values for the immersion medium are to be used in the absence of other information. Reference should in principle be made to the corresponding IEC apparatus recommendation for which the bushing is intended.

2. — The mean temperature of the cooling medium may be calculated by averaging 24 consecutive hourly readings. If the ambient air is the cooling medium, the average of the maximum and minimum daily temperatures may be used. The value which is obtained in this manner is usually slightly higher than the true daily average but does not differ from it by more than 1 °C.

44. **Angle of mounting**

Unless otherwise stated, it shall be assumed that the bushing is designed for mounting at any angle of inclination not exceeding 30° from the vertical.

45. **Exposed and non-exposed installations**

Unless otherwise stated, it shall be assumed that the bushing is designed for operation in exposed installations.

46. **Minimum values of creepage distance**

The minimum values of creepage distance (in millimetres per unit of rated voltage) for bushings one or both ends of which are intended to be outdoors are the following:

— for normal and lightly polluted atmospheres:	16 mm/kV
— for heavily polluted atmospheres:	23 mm/kV

*Notes 1.* — The specified creepage distances are the minimum values to be measured on the insulating envelope.

2. — The definition of normal, lightly polluted or heavily polluted atmospheres cannot be given precisely. The classification of polluted atmospheres, guidance for the choice of the best insulation and representative test procedure are under consideration. In some cases, the values of creepage distance indicated above for general guidance may not be sufficient.

#### 47. **Limites d'échauffement**

Les traversées doivent être conçues de façon qu'en service continu, au courant nominal et à la fréquence nominale, l'échauffement du point le plus chaud des pièces parcourues par le courant :

— mesuré sur le conducteur et autres pièces parcourues par le courant, dans le cas de traversées avec conducteur solidaire,

— mesuré sur le conducteur, le tube central et autres pièces parcourues par le courant, dans le cas de traversées avec conducteur introduit dans le tube central, ne dépasse pas les limites suivantes :

- a) pour traversées conformes aux articles 12, 13 et 14: 50 °C au-dessus de la température de l'air ambiant
- b) pour traversées conformes aux articles 15 et 16 dont la température maximale pour le milieu d'immersion est de 55 °C plus élevée que celle de l'air ambiant: 20 °C au-dessus de la température du milieu d'immersion
- c) pour traversées conformes à l'article 17: 20 °C au-dessus de la température du milieu d'immersion

En revanche, lorsque la traversée fait partie intégrante d'un appareil d'interruption ou d'un appareil analogue, le comportement thermique doit répondre aux prescriptions thermiques concernant cet appareil et cela doit être démontré lors de l'essai d'échauffement de l'appareil complet, muni de la traversée, lorsqu'un tel essai est effectué.

### SECTION CINQ — RENSEIGNEMENTS À FOURNIR LORS DES COMMANDES ET MARQUES D'IDENTIFICATION

#### 48. **Énumération des caractéristiques**

Lors de la spécification des traversées, l'acheteur doit fournir ceux des renseignements ci-après qui sont nécessaires pour déterminer clairement les caractéristiques exigées.

##### 48.1 *Utilisation*

Utilisation, y compris le type d'appareil auquel la traversée est destinée et la recommandation de la CEI correspondant à l'appareil.

Il faut également attirer l'attention sur les caractéristiques (y compris les essais) de l'appareil complet lorsque ceux-ci peuvent influencer la construction de la traversée (voir note à l'article 51).

##### 48.2 *Classification*

Classification selon les articles 4 - 17.

##### 48.3 *Régime*

48.3.1 Tension nominale ( $U_N$ ) (article 34) (voir également articles 20 et 21).

48.3.2 Tension nominale phase-terre ( $U_Y$ ) (article 35).

48.3.3 Niveau d'isolement (article 22).

47. **Limits of temperature rise**

Bushings shall be designed in such a way as to ensure that in continuous operation, at rated current and frequency, the temperature rise of the hottest spot of the current carrying parts:

- in the case of a bushing with an integral conductor, measured on the conductor and other current carrying parts,
  - in the case of a bushing with a conductor drawn into the central tube, measured on the conductor, central tube and other current carrying parts,
- does not exceed the limits specified below:

- a) for bushings according to Clauses 12, 13 and 14: 50 °C above the ambient air temperature
- b) for bushings according to Clauses 15 and 16, of which the maximum temperature for the immersion medium is 55 °C above the ambient air temperature: 20 °C above the temperature of the immersion medium
- c) for bushings according to Clause 17: 20 °C above the temperature of the immersion medium

Alternatively, when the bushing is supplied as an integral part of the switchgear or similar apparatus, the thermal performance shall be such that it will meet the thermal requirements for the apparatus as demonstrated by the temperature rise test on the complete apparatus with the bushing fitted, when such a test is carried out.

**SECTION FIVE — INFORMATION TO BE FURNISHED WHEN ORDERING AND MARKINGS**

48. **Enumeration of characteristics**

When specifying bushings, the purchaser should furnish as much of the following information as necessary to determine clearly the required characteristics.

48.1 *Application*

Application, including the type of apparatus for which the bushings are intended and the corresponding IEC apparatus recommendation.

Attention should be drawn to any features (including tests) of the completed apparatus which may affect the design of the bushing (see Note to Clause 51).

48.2 *Classification*

Classification according to Clauses 4 – 17.

48.3 *Ratings*

48.3.1 Rated voltage ( $U_N$ ) (Clause 34) (see also Clauses 20 and 21).

48.3.2 Rated phase-to-ground voltage ( $U_V$ ) (Clause 35).

48.3.3 Insulation level (Clause 22).

- 48.3.4 Durée de l'essai de la tenue sous tension à fréquence industrielle sous pluie — 10 s ou 60 s (article 52) — (ne s'applique qu'aux traversées conformes aux articles 13, 14 et 16).
- 48.3.5 Courant nominal (article 37).
- 48.3.6 Courant nominal de courte durée, s'il est autre que 25 fois le courant nominal (article 40).
- 48.3.7 Durée du courant de courte durée, si elle est autre qu'une seconde (article 39).
- 48.3.8 Fréquence nominale (article 41).

#### 48.4 *Conditions de service*

- 48.4.1 Altitude, si elle est supérieure à 1 000 mètres. Dans ce cas, indiquer également si les distances dans l'air normales sont acceptables ou si une augmentation du niveau d'isolement est exigée (article 42) (ne s'applique qu'aux traversées conformes aux articles 12 - 16).
- 48.4.2 Classe de température minimale de l'air ambiant (article 43) (ne s'applique qu'aux traversées conformes aux articles 12 - 16).
- 48.4.3 Milieu d'immersion (ne s'applique qu'aux traversées conformes aux articles 15 - 17).
- 48.4.4 Niveau minimal d'immersion (ne s'applique qu'aux traversées conformes aux articles 15 - 17).
- 48.4.5 Pression de service maximale externe (ne s'applique qu'aux traversées conformes aux articles 15 - 17).
- 48.4.6 Angle de montage, s'il dépasse 30° par rapport à la verticale (article 44).
- 48.4.7 Atmosphère normale, légèrement ou fortement polluée (article 46) (ne s'applique qu'aux traversées conformes aux articles 13, 14 et 16).
- 48.4.8 Pour des traversées soumises en service à des efforts mécaniques, amplitude, direction et nature de ces efforts.

#### 48.5 *Construction*

- 48.5.1 Pour des traversées livrées sans conducteur, diamètre, type (câble, tige pleine ou creuse), matériau et position du conducteur dont la traversée sera munie en service.
- 48.5.2 Conditions dimensionnelles particulières, s'il y a lieu.
- 48.5.3 Prise de mesure ou de potentiel, si désiré (articles 28 et 29).
- 48.5.4 La longueur du manchon relié à la bride ou autre dispositif de fixation et mis à la terre si un ou plusieurs transformateurs de courant doivent être installés.
- 48.5.5 Renseignements généraux concernant la position de la traversée par rapport aux parties mises à la terre de l'appareil auquel la traversée est destinée.
- 48.5.6 Si des éclateurs de protection sont montés ou non.

#### 49. **Marques d'identification**

Toutes les traversées doivent porter des marques d'identification qui correspondent aux types de traversée spécifiés sous paragraphes 49.1 et 49.2:

##### 49.1 *Traversées condensateurs (article 11)*

- 49.1.1 Nom ou marque du fournisseur, année de fabrication et numéro de série.

- 48.3.4 Duration of wet power frequency voltage withstand test — 10 s or 60 s (Clause 52) — (relevant only to bushings according to Clauses 13, 14 and 16).
- 48.3.5 Rated current (Clause 37).
- 48.3.6 Rated short time current, if deviating from 25 times rated current (Clause 40).
- 48.3.7 Duration of short time current, if deviating from one second (Clause 39).
- 48.3.8 Rated frequency (Clause 41).

#### 48.4 *Operating conditions*

- 48.4.1 Altitude, if exceeding 1 000 metres. In this case, state also if normal air clearances are accepted or if increased insulation level is required (Clause 42) (relevant only to bushings according to Clauses 12 – 16).
- 48.4.2 Class of minimum ambient air temperature (Clause 43) (relevant only to bushings according to Clauses 12 – 16).
- 48.4.3 Immersion medium (relevant only to bushings according to Clauses 15 – 17).
- 48.4.4 Minimum level of immersion medium (relevant only to bushings according to Clauses 15 – 17).
- 48.4.5 Maximum external operating pressure (relevant only to bushings according to Clauses 15 – 17).
- 48.4.6 Angle of mounting, if exceeding 30° from the vertical (Clause 44).
- 48.4.7 Normal, lightly or heavily polluted atmosphere (Clause 46) (relevant only to bushings according to Clauses 13, 14 and 16).
- 48.4.8 For bushings subject to mechanical forces in operation, the magnitude, direction and nature of these forces.

#### 48.5 *Design*

- 48.5.1 For bushings supplied without a conductor, diameter, type (cable, solid or hollow stem), material and position of the conductor with which the bushing will be fitted in operation.
- 48.5.2 Particular dimension requirements, if any.
- 48.5.3 Test tapping or voltage tapping, if required (Clauses 28 and 29).
- 48.5.4 The length of the earthed sleeve located next to the flange or other fixing device if one or more current transformers are to be installed.
- 48.5.5 General information concerning the position of the bushing in relation to the earthed parts of the apparatus for which the bushing is intended.
- 48.5.6 Whether protective gaps are fitted or not.

### 49. **Markings**

All bushings shall carry markings which correspond to the types of bushings specified under Sub-clauses 49.1 and 49.2:

- 49.1 *Condenser bushings (Clause 11)*
  - 49.1.1 Supplier's name or mark, year of manufacture and serial number.

- 49.1.2 Tension nominale  $U_N$  (article 34) et tension nominale phase-terre  $U_y$  (article 35).
- 49.1.3 Niveau d'isolement (article 22), courant nominal (article 37), fréquence nominale (article 41).
- 49.1.4 Angle d'inclinaison maximal admissible, s'il est supérieur à  $30^\circ$  par rapport à la verticale (article 44).
- 49.1.5 Masse, si elle est supérieure à 100 kg.

*Exemple:* Marque du fournisseur

19.. XXX/245-142-1050-460 kV/400 A/50~ /45°/360 kg.

*Note.* — Les traversées condensateurs dont la tension nominale est inférieure à 52 kV portent des marques d'identification selon le paragraphe 49.2.

- 49.2 *Toutes les autres traversées*
  - 49.2.1 Nom ou marque du fournisseur.
  - 49.2.2 Type.
  - 49.2.3 Tension nominale  $U_N$  (article 34) et tension nominale phase-terre  $U_y$  (article 35).
  - 49.2.4 Courant nominal (article 37).
  - 49.2.5 Masse si elle est supérieure à 100 kg.

## SECTION SIX — RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES POUR LES ESSAIS

Les recommandations concernant les méthodes à employer pour les essais diélectriques selon les articles 52, 53 et 59 sont indiquées en détail dans la Publication 60 de la CEI: Essais à haute tension.

Les recommandations concernant les méthodes à employer pour l'essai de tenue au choc de manœuvre selon l'article 54 sont encore à l'étude dans le Comité d'Etudes N° 42.

Les recommandations pour effectuer la mesure des perturbations radioélectriques selon l'article 56 sont indiquées dans la Publication 1 du C.I.S.P.R.: Spécification pour l'appareillage de mesure C.I.S.P.R. pour les fréquences comprises entre 0,15 MHz et 30 MHz.

Les recommandations pour effectuer la mesure de l'intensité de décharges partielles selon l'article 60 sont indiquées dans la Publication 270 de la CEI: Mesure de décharges partielles.

Dans la mesure où les essais des enveloppes isolantes en matière céramique sont applicables à la présente recommandation, voir Publication 233 de la CEI: Essais des enveloppes de grandes dimensions en matière céramique destinées à des installations électriques.

Les valeurs des tensions des essais de tenue applicables sont celles indiquées au tableau I. A remarquer que le niveau d'isolement normalisé diffère selon les pays et selon qu'il s'agit des essais au choc de foudre et à fréquence industrielle. Les diverses pratiques de ces pays sont indiquées à titre provisoire.

L'applicabilité des divers essais de type, individuels, de prélèvement et spéciaux aux différents types de traversées est indiquée au tableau II.

- 49.1.2 Rated voltage  $U_N$  (Clause 34) and rated phase-to-ground voltage  $U_y$  (Clause 35).
- 49.1.3 Insulation level (Clause 22), rated current (Clause 37), rated frequency (Clause 41).
- 49.1.4 Maximum permissible angle of inclination, if exceeding  $30^\circ$  from the vertical (Clause 44).
- 49.1.5 Mass, if above 100 kg.

*Example:* Supplier's mark

19.. XXX/245-142-1050-460 kV/400 A/50 ~ /45°/360 kg.

*Note.* — Condenser bushings the rated voltage of which is below 52 kV carry markings according to Sub-clause 49.2.

- 49.2 *All other bushings*
  - 49.2.1 Supplier's name or mark.
  - 49.2.2 Type.
  - 49.2.3 Rated voltage  $U_N$  (Clause 34) and rated phase-to-ground voltage  $U_y$  (Clause 35).
  - 49.2.4 Rated current (Clause 37).
  - 49.2.5 Mass, if above 100 kg.

## SECTION SIX — GENERAL RECOMMENDATIONS FOR TESTS

The recommendations concerning the methods to be used for the dielectric tests according to Clauses 52, 53 and 59 are indicated in detail in IEC Publication 60, High Voltage Test Techniques.

The recommendations concerning the methods to be used for the switching impulse voltage withstand test according to Clause 54 are still under consideration in Technical Committee No. 42.

The recommendations for carrying out the measurements of radio interference according to Clause 56 are indicated in C.I.S.P.R. Publication 1, Specification for C.I.S.P.R. radio interference measuring apparatus for the frequency range 0.15 Mc/s to 30 Mc/s.

The recommendations for carrying out the measurements of the partial discharge level according to Clause 60 are indicated in IEC Publication 270, Partial Discharge Measurements.

As far as tests on insulating envelopes of ceramic material are applicable to this recommendation, see IEC Publication 233, Tests on Large Hollow Porcelains for use in Electrical Installations.

The values of the applicable withstand test voltages are indicated in Table I. Note that the standard insulation level differs according to the countries and according to lightning impulse and power frequency withstand tests being considered. The particular practices of these countries are indicated provisionally.

The applicability of the various type, routine, sample and special tests to the different bushing types is given in Table II.

## 50. Essais

Les essais ayant pour but de vérifier les qualités diélectriques, thermiques et mécaniques des traversées comprennent :

### 50.1 *Essais de type*

50.1.1 L'essai de tenue sous tension à fréquence industrielle sous pluie (article 52).

50.1.2 L'essai de tenue à la tension de choc de foudre à sec (article 53).

50.1.3 L'essai de tenue à la tension de choc de manœuvre (article 54).

50.1.4 L'essai de la stabilité thermique (article 55).

50.1.5 La mesure des perturbations radioélectriques (article 56).

50.1.6 L'essai d'échauffement (article 57).

*Note.* — Cet essai n'est pas applicable aux traversées faisant partie intégrante d'un appareil d'interruption ou d'un appareil analogue.

### 50.2 *Essais individuels*

50.2.1 La mesure du facteur de dissipation diélectrique ( $\text{tg } \delta$ ) et de la capacité à la température ambiante (article 58) (sauf pour les traversées auxquelles cet essai est applicable comme essai de prélèvement — voir paragraphe 50.3.1).

50.2.2 L'essai de tenue sous tension à fréquence industrielle à sec (article 59).

50.2.3 La mesure de l'intensité de décharges partielles (article 60).

50.2.4 L'essai de tenue sous tension à fréquence industrielle de l'isolement des prises de mesure et de potentiel (article 61).

50.2.5 L'essai d'étanchéité du remplissage interne (article 62).

### 50.3 *Essais de prélèvement*

50.3.1 La mesure du facteur de dissipation diélectrique ( $\text{tg } \delta$ ) et de la capacité à la température ambiante (article 58) ne s'applique comme essai de prélèvement qu'aux traversées non condensateurs dont la tension nominale est inférieure à 52 kV.

### 50.4 *Essais spéciaux*

50.4.1 Essai d'étanchéité à la bride ou autre dispositif de fixation (article 63).

50.4.2 L'essai de courant de courte durée à effectuer selon entente entre l'acheteur et le fournisseur.

50.4.3 Essais mécaniques à effectuer selon entente entre l'acheteur et le fournisseur.

*Note.* — L'ordre à suivre pour effectuer les essais est à la discrétion du fournisseur, à moins que l'ordre à suivre ne soit spécifié dans la présente recommandation ou décidé par entente entre l'acheteur et le fournisseur.

## 51. Etat des traversées lors des essais diélectriques et thermiques

Les essais diélectriques et thermiques ne doivent être effectués que sur des traversées complètes avec leurs brides ou autres dispositifs de fixation et tous les accessoires dont elles sont munies en service, sans les éclateurs de protection qui, s'ils existent, sont enlevés.

## 50. Tests

Tests to check the dielectric, thermal and mechanical properties of bushings comprise:

### 50.1 *Type tests*

50.1.1 The wet power frequency voltage withstand test (Clause 52).

50.1.2 The dry lightning impulse voltage withstand test (Clause 53).

50.1.3 The switching impulse voltage withstand test (Clause 54).

50.1.4 The thermal stability test (Clause 55).

50.1.5 The measurement of radio interference (Clause 56).

50.1.6 The temperature rise test (Clause 57).

*Note.* — This test is not applicable to bushings supplied as an integral part of switchgear or similar apparatus.

### 50.2 *Routine tests*

50.2.1 Measurement of the dielectric dissipation factor ( $\tan \delta$ ) and the capacitance at ambient temperature (Clause 58) (except for those bushings to which the test is applicable as a sample test — see Sub-clause 50.3.1).

50.2.2 The dry power frequency voltage withstand test (Clause 59).

50.2.3 The measurement of the partial discharge level (Clause 60).

50.2.4 The power frequency voltage withstand test of the voltage tapping and test tapping insulation (Clause 61).

50.2.5 Tests for leakage of internal filling (Clause 62).

### 50.3 *Sample tests*

50.3.1 The measurement of the dielectric dissipation factor ( $\tan \delta$ ) and the capacitance at ambient temperature (Clause 58) relevant only as a sample test to non-condenser bushings the rated voltage of which is below 52 kV.

### 50.4 *Special tests*

50.4.1 Test for leakage at the flange or other fixing device (Clause 63).

50.4.2 The short time current test to be carried out as agreed upon between supplier and purchaser.

50.4.3 Mechanical tests to be carried out as agreed upon between supplier and purchaser.

*Note.* — The order of the tests is at the discretion of the supplier except where a particular order is specified in this recommendation or is agreed upon between purchaser and supplier.

## 51. Condition of the bushings during the dielectric and thermal tests

Dielectric and thermal tests shall be carried out only on bushings complete with their flanges or other fixing devices and all accessories with which they are fitted when in use, but with protective gaps, if any, removed.

Les prises de mesure et de potentiel doivent être mises à la terre ou à un potentiel voisin de la terre.

Avant les essais, les surfaces extérieures des parties isolantes doivent être soigneusement nettoyées.

Les traversées à remplissage d'un liquide doivent être remplies au niveau normal de service et avec l'isolant liquide de la qualité spécifiée par le fournisseur.

Dans le cas des traversées destinées à être insérées en service dans un milieu isolant liquide ou solide autre que l'huile, soit complètement, soit par l'une des extrémités, ce milieu isolant doit être remplacé par de l'huile pour les essais diélectriques et thermiques, sauf indication contraire.

Dans le cas des traversées destinées à être insérées en service dans un milieu isolant gazeux, autre que l'air à la pression atmosphérique, soit complètement, soit par l'une des extrémités, le milieu isolant doit être remplacé par de l'huile pour les essais diélectriques individuels et de prélèvement, sauf indication contraire. Par contre, pour les essais diélectriques et thermiques de type et spéciaux le milieu isolant gazeux doit être aussi voisin que possible de celui employé en service normal.

Les conditions atmosphériques applicables pour les essais diélectriques et thermiques sont indiquées dans la Publication 60 de la CEI: Essais à haute tension.

Si les conditions atmosphériques correspondent à un facteur de correction compris entre 0,95 et 1,05 selon la Publication 60 de la CEI, aucune correction ne doit être appliquée aux valeurs des tensions d'essai données au tableau I.

Si les conditions atmosphériques correspondent à un facteur de correction inférieur à 0,95 ou supérieur à 1,05, il faut décider par entente entre l'acheteur et le fournisseur si l'essai doit être poursuivi ou être différé. Dans le premier cas, il sera nécessaire d'indiquer les corrections à faire.

*Note.* — Les formes de pièces métalliques placées au voisinage d'une traversée peuvent avoir une grande influence sur les contraintes diélectriques auxquelles est soumise la traversée. Ceci se présente assez fréquemment pour les traversées de transformateurs et, dans ce cas, il est particulièrement important de déterminer les conditions dans lesquelles la traversée sera installée pendant les essais diélectriques, quitte à préciser, s'il y a lieu, la forme et la disposition des pièces métalliques à immerger dans la cuve d'essai. Dans ce cas, le détail de cet essai doit être décidé par entente entre l'acheteur et le fournisseur. En outre, il faut tenir compte du fait que pour la mesure de l'intensité de décharges partielles il peut être nécessaire d'ajouter des écrans autour des pièces métalliques externes de la traversée.

## SECTION SEPT — ESSAIS DE TYPE

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

L'essai de tenue sous tension à fréquence industrielle sous pluie n'est applicable qu'aux traversées selon les articles 13, 14 et 16.

La durée de la tension d'essai est soit une minute, soit dix secondes, selon la pratique dans les divers pays.

Les valeurs de la tension d'essai à fréquence industrielle sous pluie sont celles indiquées au tableau I.

*Note.* — La procédure de cet essai est en cours d'élaboration dans les Comités d'Etudes N<sup>os</sup> 28, 36 et 42.

### 53. Essai de tenue à la tension de choc de foudre à sec

L'essai de tenue à la tension de choc de foudre à sec est applicable à toutes les traversées.

Pendant l'essai de tenue à la tension de choc de foudre à sec, cinq chocs complets positifs et cinq chocs complets négatifs de la forme normalisée 1,2/50 et dont la valeur de crête est donnée au tableau I, doivent être appliqués successivement entre le conducteur intérieur de la traversée et sa bride ou autre dispositif de fixation.

Test tappings and voltage tappings shall either be earthed or held near earth potential.

Before the tests, the outside surfaces of the insulating parts shall be carefully cleaned.

Liquid filled bushings shall be filled to the normal operating level with the insulating liquid of the quality specified by the supplier.

For bushings intended to be surrounded in operation by a liquid or solid insulating medium, other than oil, either completely or partially, that insulating medium shall be replaced by oil for the dielectric and thermal tests, unless otherwise stated.

For bushings intended to be surrounded in operation by a gaseous insulating medium other than air at atmospheric pressure, either completely or partially, the gaseous insulating medium shall be replaced by oil for the dielectric routine and sample tests, unless otherwise stated. However, for the dielectric and thermal type and special tests the gaseous insulating medium shall be as similar as possible to that used in normal operation.

The applicable atmospheric conditions for dielectric and thermal tests are given in IEC Publication 60, High Voltage Test Techniques.

If the atmospheric conditions correspond to a correction factor between 0.95 and 1.05 according to IEC Publication 60, no correction shall be made to the test voltage values given in Table I.

If the atmospheric conditions correspond to a correction factor less than 0.95 or higher than 1.05, it shall be agreed between purchaser and supplier whether the test shall be continued or postponed. In the former case, it will be necessary to indicate the corrections to be made.

*Note.* — The shapes of metal parts placed in the vicinity of a bushing may have a considerable effect on the dielectric stresses to which the bushing is subjected. This occurs quite frequently in the case of bushings for transformers, where it is particularly important to determine the conditions under which the bushing will be installed during the dielectric tests; even going so far, if necessary, as to specify the shape and arrangement of the pieces of metal to be immersed in the testing tank. In such cases, the details of the testing arrangement shall be agreed upon between purchaser and supplier. Moreover, special attention should be paid to the fact that it may be necessary to screen the external metal parts of the bushing during the measurement of the partial discharge level.

## SECTION SEVEN — TYPE TESTS

### 52. Wet power frequency voltage withstand test

The wet power frequency voltage withstand test is only applicable to bushings according to Clauses 13, 14 and 16.

The test voltage duration is either one minute or ten seconds, depending on the practices in different countries.

The values of the wet power frequency test voltage are indicated in Table I.

*Note.* — The test procedure is under consideration in Technical Committees Nos. 28, 36 and 42.

### 53. Dry lightning impulse voltage withstand test

The dry lightning impulse voltage withstand test is applicable to all bushings.

During the dry lightning impulse voltage withstand test, the bushing shall be subjected to five full wave impulses of positive polarity and five full wave impulses of negative polarity of the standard wave form 1.2/50 having the relevant peak values of voltage given in Table I, the voltage being applied between the internal conductor and flange or other fixing device.

S'il ne se produit ni contournement, ni perforation, la traversée doit être considérée comme ayant satisfait à l'essai. S'il se produit une perforation ou plus d'un contournement, la traversée doit être considérée comme n'ayant pas satisfait à l'essai. S'il se produit un seul contournement, on doit effectuer une nouvelle série de dix applications du choc avec la polarité à laquelle le contournement s'est produit. Si, au cours de ces dix applications supplémentaires, il ne se produit ni contournement, ni perforation, la traversée doit être considérée comme ayant satisfait à l'essai.

*Note.* — La procédure de cet essai est en cours d'élaboration dans les Comités d'Etudes N<sup>os</sup> 28, 36 et 42.

#### 54. Essai de tenue à la tension de choc de manœuvre

L'essai de tenue à la tension de choc de manœuvre n'est effectué que par entente entre l'acheteur et le fournisseur.

L'essai de tenue à la tension de choc de manœuvre n'est applicable qu'aux traversées de tension nominale égale ou supérieure à 300 kV.

*Note.* — La procédure de cet essai et les valeurs d'essai sont en cours d'élaboration dans les Comités d'Etudes N<sup>os</sup> 28, 36 et 42.

#### 55. Essai de la stabilité thermique

L'essai de la stabilité thermique n'est applicable qu'aux traversées de tension nominale égale ou supérieure à 145 kV, dont l'isolation principale est assurée par une matière organique, destinées aux appareils remplis d'un milieu isolant, dont la température de service est entre 60 °C et 100 °C.

La traversée en essai doit être installée dans des conditions aussi voisines que possible de celles du service normal. Elle ne doit être parcourue par aucun courant, à moins qu'il n'en ait été convenu autrement.

Pendant l'essai, l'huile doit être maintenue à une température de  $90 \pm 2$  °C. Cette température doit être mesurée au moyen de thermomètres immergés dans l'huile à 3 cm au-dessous de la surface et à 30 cm de la traversée.

Pendant l'essai, des mesures de tangente delta doivent être faites au pont de Schering, ou par une méthode équivalente, à une tension égale à  $U_N$  pour les traversées dont  $U_N$  est inférieure à 245 kV, et à une tension égale à  $0,7 U_N$  pour les traversées dont  $U_N$  est égale ou supérieure à 245 kV. Lors de chaque mesure de la tangente delta, il faut relever la température de l'air ambiant.

On tracera la courbe des pertes en portant les valeurs de la tangente delta relevées en ordonnées et les temps en abscisses.

La traversée essayée a atteint sa stabilité thermique lorsque ses pertes restent pratiquement constantes pendant trois heures.

Sur demande de l'acheteur, un rapport d'essai détaillé devra être fourni.

#### 56. Mesure des perturbations radioélectriques

L'objet de la mesure des perturbations radioélectriques est uniquement de s'assurer que les décharges provenant de la traversée ne perturbent pas indûment le fonctionnement du matériel radio. Il ne remplace pas l'essai de décharges partielles (article 60), qui a pour but la limitation des décharges internes de la traversée à un niveau pour lequel les propriétés de l'isolation ne soient pas affaiblies.

L'essai doit être fait à la demande de l'acheteur. La valeur maximale admissible des perturbations radioélectriques doit être fixée par entente entre le fournisseur et l'acheteur.

If no flashover or puncture occurs, the bushing shall be considered to have passed the test. If there is a puncture or more than one flashover, the bushing shall be considered to have failed the test. If only one flashover occurs, a further series of ten impulses shall be applied, with the same polarity as that at which the flashover occurred. If during the course of these ten additional impulses no flashover or puncture occurs, the bushing shall be considered to have passed the test.

*Note.* — The test procedure is under consideration in Technical Committees Nos. 28, 36 and 42.

54. **Switching impulse voltage withstand test**

The switching impulse voltage withstand test will only be made if agreed upon between purchaser and supplier.

The switching impulse voltage withstand test is only applicable to bushings of rated voltage equal to or above 300 kV.

*Note.* — The test procedure and the test values are under consideration in Technical Committees Nos. 28, 36 and 42.

55. **Thermal stability test**

The thermal stability test is only applicable to bushings of which the major insulation consists of organic material, having a rated voltage equal to or greater than 145 kV and intended for apparatus filled with an insulating medium the operating temperature of which is between 60 °C and 100 °C.

The bushing to be tested shall be installed under conditions similar to those of normal operation. It shall not carry current, unless otherwise agreed upon.

During the test, the oil shall be maintained at a temperature of  $90 \pm 2$  °C. This temperature shall be measured by means of thermometers immersed in the oil, 3 cm below the surface and 30 cm from the bushing.

During the test, tangent delta measurements shall be made by means of a Schering bridge, or equivalent method, at a voltage equal to  $U_N$  for bushings of which  $U_N$  is below 245 kV, and at a voltage equal to  $0.7 U_N$  for bushings of which  $U_N$  is equal to or above 245 kV. For each measurement of tangent delta, the ambient air temperature shall be recorded.

The loss curve shall be plotted with the measured values of tangent delta as ordinates and times as abscissae.

The bushing tested has reached thermal stability when its losses remain sensibly constant for three hours.

Upon request of the purchaser, a detailed test report shall be furnished.

56. **Measurement of radio interference**

The measurement of the radio interference voltage (R.I.V.) generated by a bushing is made solely to ensure that discharges originating at the bushing will not interfere unduly with the operation of radio equipment. It is not an alternative to the partial discharge test (Clause 60), which is concerned with limiting discharge internal to the bushing to a level at which its insulating properties will not be impaired.

The test shall be made on request of the purchaser and the maximum permissible value of R.I.V. shall be agreed upon between supplier and purchaser.

La traversée doit être essayée dans les conditions de l'article 51, sauf le fait que les éclateurs de protection ne doivent pas être enlevés.

Les conditions atmosphériques doivent être relevées; l'humidité relative ne doit pas dépasser 80%.

La tension nominale ( $U_N$ ) de la traversée doit être appliquée puis réduite à la tension d'essai convenue sous laquelle les perturbations radio électriques doivent être mesurées. Il est autorisé d'essuyer les surfaces extérieures des parties isolantes avec un chiffon sec et propre avant l'essai et de conditionner la traversée à la tension nominale pendant deux minutes.

Les mesures doivent être effectuées à une fréquence de 1,0 MHz ou de 0,5 MHz  $\pm$  10%, en utilisant un appareil de mesure conforme à la Publication 1 : Spécification pour l'appareillage de mesure C.I.S.P.R. pour les fréquences comprises entre 0,15 MHz et 30 MHz, du C.I.S.P.R. et la lecture est exprimée en décibels au-dessus de 1 microvolt.

Le schéma de principe pour l'essai est donné ci-dessous à la figure 1, page 40.

*Note.* — Avec les valeurs indiquées pour le circuit, la précision de mesure pour une capacité de la traversée jusqu'à 1 000 pF ne devrait pas s'écarter de plus de 6 dB de la valeur réelle.

Si l'on demande une précision plus grande ou si l'on n'utilise pas les valeurs préférentielles, le circuit entier peut être étalonné par un générateur d'impulsion avec une fréquence de récurrence de 100 Hz, branché en série avec un petit condensateur (environ 10 pF) appliqué alternativement sur la traversée et sur  $R_L$ . La différence en décibels entre les deux mesures doit être ajoutée à la valeur des perturbations radioélectriques mesurée pour la traversée.

## 57. Essai d'échauffement

### 57.1 Généralités

En règle générale, l'essai d'échauffement est applicable à toutes les traversées. Sur les traversées selon les articles 12, 13 et 14 et dont l'isolation principale est assurée par une matière inorganique, cet essai est effectué seulement sur demande de l'acheteur.

Les limites admissibles d'échauffement sont indiquées à l'article 47.

Sur demande de l'acheteur, un rapport d'essai détaillé doit être fourni. L'essai d'échauffement peut être omis si le fournisseur est en mesure de démontrer par d'autres moyens (par exemple, par des résultats d'essai effectués sur des traversées comparables) que les limites d'échauffement spécifiées seront respectées.

*Notes 1.* — Pour les traversées dont le milieu de refroidissement n'est ni de l'air à la pression atmosphérique, ni un isolant liquide (par exemple, air ou gaz sous pression), la procédure d'essai doit être décidée par entente entre l'acheteur et le fournisseur.

2. — Cet essai n'est pas applicable aux traversées faisant partie intégrante d'un appareil d'interruption ou d'un appareil analogue.

### 57.2 Procédure d'essai

57.2.1 Les traversées répondant aux articles 12, 13 et 14 doivent être essayées à l'air libre, à l'abri des courants d'air, la température de l'air étant comprise entre 10 °C et 40 °C.

Les traversées répondant aux articles 15 et 16 doivent être essayées avec l'extrémité destinée à l'immersion, immergée dans l'huile jusqu'au niveau spécifié, la température de l'air doit être comprise entre 10 °C et 40 °C, tandis que la température de l'huile doit être  $55 \pm 2$  °C au-dessus de la température de l'air.

Les traversées répondant à l'article 17 doivent être essayées dans une cuve contenant de l'huile à une température comprise entre 10 °C et 40 °C, dans laquelle elles sont complètement immergées.

57.2.2 L'essai est effectué à un courant égal au courant nominal  $\pm 2\%$  et à une fréquence aussi voisine que possible de la fréquence nominale, tous les éléments de la traversée étant pratiquement au potentiel de la terre.

The bushing shall be tested under the conditions of Clause 51, except that protective gaps shall not be removed.

Atmospheric conditions shall be recorded; the relative humidity shall not exceed 80%.

The rated voltage ( $U_N$ ) of the bushing shall be applied and reduced to the agreed test voltage at which the radio interference shall be measured. It is permissible practice to wipe the outside surfaces of the insulating parts with a dry lint-free cloth before the test and to condition the bushing at the rated voltage for two minutes.

The measurements shall be made at a frequency of 1.0 MHz or 0.5 MHz  $\pm$  10% using a measuring set conforming with C.I.S.P.R. Publication 1: Specification for C.I.S.P.R. radio interference measuring apparatus for the frequency range 0.15 Mc/s to 30 Mc/s, and the readings expressed in decibels above 1 microvolt.

The test circuit is shown schematically below in Figure 1, page 41.

*Note.* — With the circuit values shown, the accuracy of measurement for bushing capacitances up to 1 000 pF should not differ by more than 6 dB from the true value.

If more accurate measurement is required or the preferred values are not used, the complete circuit may be calibrated by means of a step wave generator of repetition frequency 100 Hz, connected in series with a small capacitor (about 10 pF) alternately across the bushing and  $R_L$ . The difference between the two readings in decibels shall be added to the measured value of R.I.V. of the bushing.

## 57. Temperature rise test

### 57.1 General

As a general rule, the temperature rise test is applicable to all bushings. However, on bushings according to Clauses 12, 13 and 14 and the major insulation of which consists of an inorganic material, this test is carried out only on request of the purchaser.

The permissible limits of temperature rise are indicated in Clause 47.

Upon request of the purchaser, a detailed test report shall be furnished. The temperature rise test may be omitted if the supplier can demonstrate by any other means (e.g. test result of comparable bushings) that the specified temperature rise limits will be met.

*Notes 1.* — For bushings the cooling medium of which is neither air at atmospheric pressure nor an insulating liquid (e.g. compressed air or gas), the test procedure shall be agreed upon between purchaser and supplier.

*2.* — This test is not applicable to bushings supplied as an integral part of switchgear or similar apparatus.

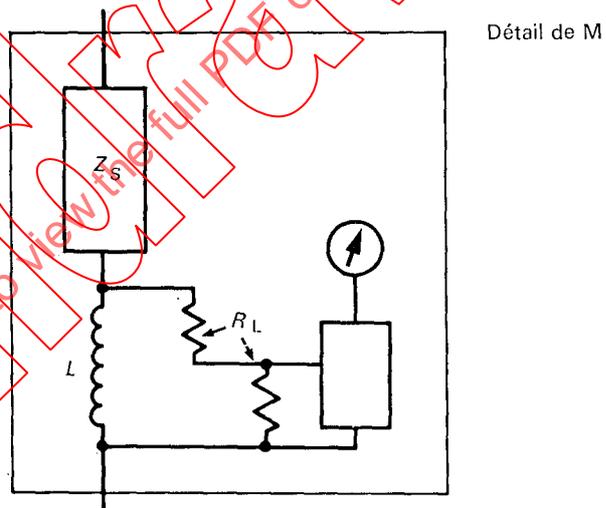
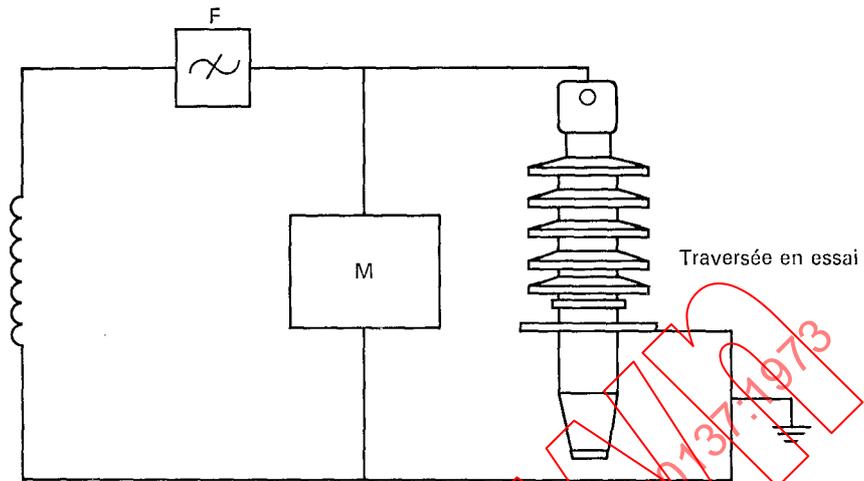
### 57.2 Test procedure

57.2.1 Bushings according to Clauses 12, 13 and 14 shall be tested in free air protected from draughts, the air temperature being between 10 °C and 40 °C.

Bushings according to Clauses 15 and 16 shall be tested with the end intended for immersion, immersed in oil up to the specified level. The air temperature shall be between 10 °C and 40 °C, whilst the temperature of the oil shall be  $55 \pm 2$  °C above the air temperature.

Bushings according to Clause 17 shall be tested completely immersed in a tank containing oil with a temperature between 10 °C and 40 °C.

57.2.2 The test shall be carried out with a current of rated value  $\pm 2\%$  and approximately rated frequency, all parts of the bushing being substantially at earth potential.



F filtre.

M appareil de mesure complet.

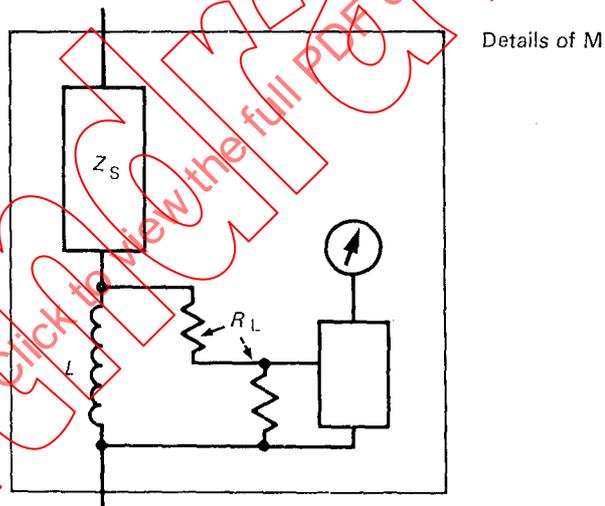
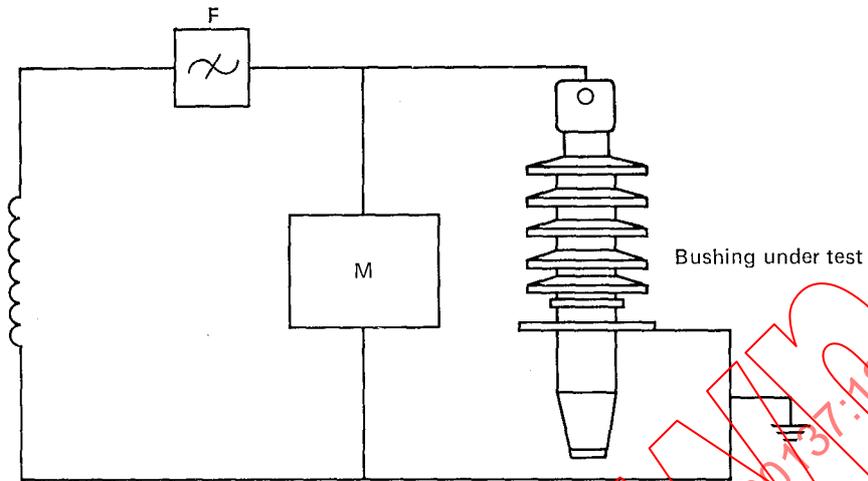
$R_L$  valeur préférentielle de 300 ohms, y compris l'impédance d'entrée du système de mesure.

$Z_S$  peut être soit un condensateur, soit un circuit composé d'un condensateur et d'une inductance en série. Pour  $R_L = 300$  ohms, l'impédance de  $Z_S$  et  $R_L$  en série doit être de préférence de  $300 \pm 40$  ohms à la fréquence de mesure et avoir un déphasage inférieur à  $20^\circ$ .

$L$  a une faible impédance à 50 Hz pour shunter le courant à fréquence industrielle du système de mesure, mais a une impédance élevée, par exemple supérieure à 3 000 ohms à la fréquence de mesure.

Note. — Dans la pratique, il est habituel d'employer pour  $Z_S$  un condensateur dont la valeur recommandée est 1 000 pF.

FIG. 1. — Schéma de principe pour la mesure des perturbations radioélectriques sur les traversées



F filter.

M complete measuring device.

$R_L$  preferred value of 300 ohms, including the input impedance of the measuring set.

$Z_S$  may be either a capacitor or a circuit composed of a capacitor and an inductor in series. For  $R_L = 300$  ohms, the impedance of  $Z_L$  in series at the measuring frequency shall preferably be  $300 \pm 40$  ohms and have a phase angle not exceeding  $20^\circ$ .

L has a low impedance at 50 Hz to shunt power frequency current from the measuring set but has a high impedance, e.g. greater than 3 000 ohms, at the measuring frequency.

Note. — It is usual practice to use a capacitor for  $Z_S$  and its recommended value is 1 000 pF.

FIG. 1. — Schematic test circuit for radio interference tests on bushings

Les traversées avec conducteur introduit dans le tube central doivent être montées avec un conducteur approprié.

Les connexions externes temporaires utilisées pour l'essai doivent avoir des dimensions telles qu'elles ne contribuent pas indûment au refroidissement ou à l'échauffement de la traversée soumise à l'essai.

Ces conditions sont considérées comme remplies si la différence entre la température du raccord de la traversée et celle du point situé à 0,5 m de distance de la connexion ne dépasse pas 2 °C. L'essai doit être poursuivi jusqu'à ce que l'échauffement reste pratiquement constant.

### 57.3 *Mesure de la température*

#### 57.3.1 *Température des pièces parcourues par le courant*

La température du point le plus chaud du conducteur ou d'autres pièces parcourues par le courant de la traversée — ou du conducteur, du tube central ou d'autres pièces parcourues par le courant dans le cas de traversées avec conducteur introduit dans le tube central — doit être mesurée au moyen d'un couple thermoélectrique ou d'un dispositif de mesure équivalent.

Un nombre approprié de dispositifs de mesure doit être placé, pour autant qu'il est possible, le long du conducteur, du tube central et d'autres pièces parcourues par le courant, afin de déterminer le point le plus chaud avec une précision raisonnable.

#### 57.3.2 *Température de l'air ambiant*

La température de l'air ambiant est mesurée au moyen de thermomètres à retard, placés autour de la traversée, à mi-hauteur et à une distance de 1 m à 2 m de la traversée.

*Note.* — Un degré satisfaisant de retard est obtenu en plaçant les thermomètres dans des récipients contenant approximativement 0,25 l d'huile.

#### 57.3.3 *Température de l'huile dans la cuve*

La température de l'huile est mesurée au moyen de thermomètres placés à 3 cm au-dessous de l'extrémité immergée de la traversée et à 30 cm de distance de celle-ci.

## SECTION HUIT — ESSAIS INDIVIDUELS

### 58. **Mesure du facteur de dissipation diélectrique ( $\text{tg } \delta$ ) et de la capacité à la température ambiante**

La mesure du facteur de dissipation diélectrique ( $\text{tg } \delta$ ) et de la capacité à la température ambiante n'est applicable qu'aux traversées répondant aux articles 9 et 11.

*Note.* — Cet essai est applicable seulement comme essai de prélèvement aux traversées non condensateurs dont la tension nominale est inférieure à 52 kV.

Pendant cet essai, le conducteur de la traversée ne doit être parcouru par aucun courant.

La température ambiante et la température de l'éventuel milieu d'immersion seront comprises entre 10 °C et 40 °C.

- 58.1 Les mesures du facteur de dissipation diélectrique ( $\text{tg } \delta$ ) doivent être faites en fonction de la tension au pont Schering ou par autre méthode équivalente, aux et entre les limites  $0,3 U_N - 1,0 U_N$ .

Bushings with a conductor drawn into the central tube shall be assembled with an appropriate conductor.

Temporary external connections used for this test shall be of such dimensions that they do not contribute unduly to the cooling or the heating of the bushing under test.

These conditions are assumed to be fulfilled if the temperature difference between the bushing termination and a point at 0.5 m distance along the connection does not exceed 2 °C.

The test shall be continued until the temperature rise is sensibly constant.

### 57.3 *Measurement of temperature*

#### 57.3.1 *Temperature of the current carrying parts*

The temperature of the hottest spot of the bushing conductor or other current carrying parts — or conductor, central tube or other current carrying parts in the case of a bushing with conductor drawn into the central tube — shall be measured by means of thermocouples or equivalent measuring devices.

An appropriate number of measuring devices shall, as far as possible, be placed along the bushing conductor, central tube and other current carrying parts, so as to determine the hottest spot with reasonable accuracy.

#### 57.3.2 *Temperature of ambient air*

The ambient air temperature shall be measured with lagged thermometers placed around the bushing at mid-height and at 1 m to 2 m distance from it.

*Note.* — A satisfactory degree of lagging is obtained by placing the thermometers in oil filled containers with a volume of approximately 0.25 l.

#### 57.3.3 *Temperature of the oil in the tank*

The temperature of the oil shall be measured by means of thermometers placed 3 cm underneath the immersed end of the bushing and 30 cm distant from it.

## SECTION EIGHT — ROUTINE TESTS

### 58. **Measurement of the dielectric dissipation factor ( $\tan \delta$ ) and the capacitance at ambient temperature**

The measurement of the dielectric dissipation factor ( $\tan \delta$ ) and the capacitance at ambient temperature is only applicable to bushings according to Clauses 9 and 11.

*Note.* — This measurement is applicable only as a sample test to non-condenser bushings of rated voltage below 52 kV.

During this test, the bushing conductor shall not carry current.

The ambient temperature and the temperature of the immersion medium, if any, shall be between 10 °C and 40 °C.

- 58.1 The measurement of the dielectric dissipation factor ( $\tan \delta$ ) shall be made as a function of voltage by means of a Schering bridge or other equivalent method at and between the limits  $0.3 U_N - 1.0 U_N$ .

- 58.2 Les points de mesure recommandés aux et entre les limites  $0,3 U_N - 1,0 U_N$  sont les suivantes:
- pour  $U_N < 52$  kV: 1 point, de préférence à  $U_N$ ;
  - pour  $U_N \geq 52$  kV: 4 points, dont 2 correspondant aux limites.

- 58.3 Les valeurs maximales de la tangente delta, mesurée à  $U_N$  pour  $U_N < 52$  kV et à  $0,3 U_N$  pour  $U_N \geq 52$  kV sont les suivantes:

a) traversées condensateurs:

- au papier imprégné de résine 0,015
- au papier enduit de résine 0,015
- en matière coulée 0,015
- combinées 0,015

b) traversées condensateurs:

- au papier imprégné d'huile 0,007

c) traversées non condensateurs:

- en matière coulée 0,020

- 58.4 Les valeurs admissibles d'accroissement de la tangente delta des types de traversées mentionnés au paragraphe 58.3 dont  $U_N \geq 52$  kV sont les suivantes:

- pour un accroissement de la tension de  $0,3 U_N - 0,6 U_N$ : max. 0,001
- pour un accroissement de la tension de  $0,3 U_N - 1,0 U_N$ : max. 0,003

- 58.5 La capacité de la traversée est à mesurer à une tension qui correspond approximativement à  $0,6 U_N$ . Il faut faire cette mesure avant et après chaque série d'essais diélectriques et thermiques. La capacité mesurée à la fin de la série d'essais ne devra pas s'écarter de la valeur obtenue au début de la série d'essais de plus de 1%.

*Note.* — Dans certains cas particuliers, il peut être nécessaire d'attendre quelques heures avant de répéter la mesure de la capacité à la fin de la série d'essais.

59. **Essai de tenue sous tension à fréquence industrielle à sec**

L'essai de tenue sous tension à fréquence industrielle à sec est applicable à toutes les traversées. La durée de l'essai est d'une minute.

Les valeurs de la tension d'essai à fréquence industrielle à sec sont indiquées au tableau I.

60. **Mesure de l'intensité de décharges partielles**

La mesure de l'intensité de décharges partielles doit suivre tous les autres essais de type, de prélèvement, individuels et spéciaux. Par contre, aussi longtemps que l'on ne connaîtra pas l'amplitude de la décharge qui provoque une détérioration dangereuse du type d'isolation considéré, cet essai ne revêtira qu'un caractère expérimental et ne sera effectué comme essai de réception que sur demande de l'acheteur.

L'essai n'est pas applicable aux traversées dont l'isolation principale est assurée par une matière inorganique, ni aux traversées dont la contrainte diélectrique maximale est inférieure à  $1,5$  kV (eff)/mm à une tension égale à  $U_N$  divisée par  $\sqrt{3}$ . Le fournisseur devra justifier que cette contrainte diélectrique maximale n'est pas dépassée.

- 58.2 Recommended measuring points at and between the limits  $0.3 U_N - 1.0 U_N$  are as follows:
- for  $U_N < 52$  kV: 1 point, preferably at  $U_N$ ;
  - for  $U_N \geq 52$  kV: 4 points, 2 of which are at the limits.
- 58.3 The maximum values of the tangent delta, measured at  $U_N$  for  $U_N < 52$  kV and at  $0.3 U_N$  for  $U_N \geq 52$  kV are as follows:
- a) condenser bushings:
- |                           |       |
|---------------------------|-------|
| — resin impregnated paper | 0.015 |
| — resin bonded paper      | 0.015 |
| — cast insulation         | 0.015 |
| — composite               | 0.015 |
- b) condenser bushings:
- |                         |       |
|-------------------------|-------|
| — oil impregnated paper | 0.007 |
|-------------------------|-------|
- c) non-condenser bushings:
- |                   |       |
|-------------------|-------|
| — cast insulation | 0.020 |
|-------------------|-------|
- 58.4 The permissible values for the increase of the tangent delta of the bushings mentioned under Sub-clause 58.3 of which  $U_N \geq 52$  kV are as follows:
- for a voltage increase from  $0.3 U_N - 0.6 U_N$ : max. 0.001
  - for a voltage increase from  $0.3 U_N - 1.0 U_N$ : max. 0.003

- 58.5 The capacitance of the bushings is to be measured at approximately  $0.6 U_N$ , before and after each series of dielectric and thermal tests. The capacitance measured at the end of the series of tests should not differ by more than 1 % from that measured at the beginning of the series of tests.

*Note.* — In certain cases, it may be necessary to wait several hours before repeating the capacitance measurement at the end of the series of tests.

#### 59. **Dry power frequency voltage withstand test**

The dry power frequency voltage withstand test is applicable to all bushings.

The test duration is one minute.

The values of the dry power frequency test voltage are indicated in Table I.

#### 60. **Measurement of the partial discharge level**

The measurement of the partial discharge level shall follow all other type, sample, routine and special tests. However, as long as it is not definitely known what discharge magnitude causes a dangerous deterioration of the type of insulation concerned, this test is still of a tentative nature and, therefore, is only carried out as an acceptance test upon request of the purchaser.

The test is not applicable to bushings the major insulation of which consists of inorganic material or to those the maximum dielectric stress of which is below 1.5 kV (r.m.s.)/mm at a voltage which is equal to  $U_N$  divided by  $\sqrt{3}$ . The supplier must give proof that this maximum dielectric stress is not exceeded.

Les valeurs limites du niveau de décharge ne seront pas spécifiées tant que l'on ne disposera pas de sérieuses connaissances supplémentaires. Des valeurs sont données uniquement à titre indicatif dans les notes à la fin de cet article.

Les circuits d'essai recommandés sont les circuits 1a, 1b et 1c de la Publication 270 de la CEI: Mesures de décharges partielles. La grandeur mesurée est soit la charge apparente (ou l'amplitude de décharge)  $q$  en coulombs, soit le débit quadratique en coulombs carrés par seconde.

Le choix des appareils de mesure n'est pas imposé. Le circuit d'essai doit être étalonné conformément aux méthodes spécifiées dans la Publication 270 de la CEI.

Les éléments du circuit d'essai doivent être choisis de façon que la valeur de l'intensité de décharges minimale mesurable soit d'au moins  $5 \times 10^{-12} \text{C}$  lors de la mesure de la charge apparente ou d'au moins  $10^{-20} \text{C}^2/\text{s}$  lors de la mesure du débit quadratique.

La mesure de l'intensité de décharges partielles doit être effectuée à  $U_N$  et à  $0,63 U_N$ . Avant les mesures, la tension d'essai est portée à la valeur  $U_N$  et maintenue à cette valeur pendant une minute. La première mesure est alors faite, puis la tension d'essai réduite à  $0,63 U_N$ , valeur à laquelle la seconde mesure est immédiatement faite.

Notes 1. — L'expérience pratique a montré que les valeurs approximatives ci-après de l'intensité de décharges partielles, ramenées aux bornes de l'objet, pour des mesures faites à  $0,63 U_N$ , paraissent acceptables:

Type de traversée	Amplitude de décharge (C)	Débit quadratique (C <sup>2</sup> /s)
Traversée condensateur à papier imprégné d'huile	$10 \times 10^{-12}$	$10^{-20}$
Traversée condensateur à papier enduit de résine et à couches conductrices non métalliques	$100 \times 10^{-12}$	$10^{-18}$
Traversée condensateur à papier enduit de résine et à couches conductrices métalliques	$100 \times 10^{-12}$	$10^{-16}$
Traversée à papier imprégné de résine	$20 \times 10^{-12}$	$5 \times 10^{-20}$
Traversée en matière coulée	$20 \times 10^{-12}$	$5 \times 10^{-20}$

La relation entre les valeurs d'amplitude de décharge et les valeurs de débit quadratique n'est donnée qu'à titre approximatif et dépend du type de matériel.

2. — Dans le cas de traversées de tension nominale supérieure ou égale à 245 kV, il est recommandé de ne pas se contenter des deux points de mesure indiqués ci-dessus, mais de tracer toute la courbe des intensités de décharges partielles à tension croissante et à tension décroissante entre 0 et  $U_N$ .

3. — Dans certaines circonstances, notamment si l'on doit mesurer l'intensité de décharges partielles des transformateurs, une intensité de décharges partielles appréciablement plus basse de la traversée peut être demandée. De telles exigences sont à régler par entente entre le fournisseur et l'acheteur.

## 61. Essai de tenue sous tension à fréquence industrielle de l'isolement des prises de mesure et de potentiel

L'essai de tenue sous tension à fréquence industrielle de l'isolement des prises de mesure et de potentiel est applicable à toutes les prises de mesure et du potentiel.

La durée de la tension d'essai est une minute.

Les valeurs de la tension d'essai sont les suivantes:

- prise de mesure (article 28): 2 kV
- prise de potentiel (article 29): trois fois la tension nominale de la prise de potentiel

Limiting values of the discharge level will not be specified until further substantial information is available. Values for guidance only are given in the notes at the end of this clause.

The test circuits recommended are circuits 1a, 1b and 1c in IEC Publication 270, Partial Discharge Measurements. The quantity measured is either the apparent charge (or discharge magnitude)  $q$  in coulombs or the quadratic rate in coulombs squared per second.

The choice of the measuring instrument is not laid down. The test circuit should be calibrated according to the methods indicated in IEC Publication 270.

The elements of the test circuit should be chosen such that the value of the minimum measurable discharge level shall be at least  $5 \times 10^{-12} \text{C}$  when measuring the apparent charge or at least  $10^{-20} \text{C}^2/\text{s}$  when measuring the quadratic rate.

The partial discharge level shall be measured at  $U_N$  and at  $0.63 U_N$ . Before making the measurements the test voltage is raised to  $U_N$  and held constant for one minute. The first measurement is then made and the test voltage is subsequently reduced to  $0.63 U_N$ , at which value the second measurement is made immediately.

Notes 1. — Practical experience has shown that the following approximate values of the partial discharge level with reference to the terminals of the bushing, measured at  $0.63 U_N$ , seem to be acceptable:

Type of bushing	Discharge magnitude (C)	Quadratic rate ( $\text{C}^2/\text{s}$ )
Oil impregnated paper condenser bushing	$10 \times 10^{-12}$	$10^{-20}$
Resin bonded paper condenser bushing with non-metallic conducting layers	$100 \times 10^{-12}$	$10^{-18}$
Resin bonded paper condenser bushing with metallic conducting layers	$100 \times 10^{-12}$	$10^{-16}$
Resin impregnated paper bushing	$20 \times 10^{-12}$	$5 \times 10^{-20}$
Cast insulation bushing	$20 \times 10^{-12}$	$5 \times 10^{-20}$

The relationship between the values of discharge magnitude and the values of quadratic rate is only an approximate one and depends on the type of material.

2. — In the case of bushings of rated voltage equal to or above 245 kV, it is recommended not to consider the two measuring points mentioned above sufficient but to plot the whole curve showing the partial discharge levels with ascending and descending voltage between 0 and  $U_N$ .
3. — Certain circumstances, especially the partial discharge measurement of transformers, may require considerably lower levels of partial discharges in bushings. These requirements are to be agreed upon between supplier and purchaser.

#### 61. Power frequency voltage withstand test of test and voltage tapping insulation

The power frequency voltage withstand test of test and voltage tapping insulation is applicable to all tappings.

The duration of the test voltage is one minute.

The values of the test voltage are as follows:

- test tapping (Clause 28): 2 kV
- voltage tapping (Clause 29): three times the rated voltage of the voltage tapping