

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60855

Première édition
First edition
1985-01

**Tubes isolants remplis de mousse et tiges
isolantes pleines pour travaux sous tension**

**Insulating foam-filled tubes and solid rods
for live working**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60855: 1985

Numéros des publications

Depuis le 1^{er} janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

Publications consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Validité de la présente publication

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

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- «Site web» de la CEI*
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement (Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Validity 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 relating to the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates (On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60855

Première édition
First edition
1985-01

**Tubes isolants remplis de mousse et tiges
isolantes pleines pour travaux sous tension**

**Insulating foam-filled tubes and solid rods
for live working**

© IEC 1985 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembe Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

R

Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue

CORRIGENDUM 1

Le comité technique 78 est toujours attentif à l'emploi en travaux sous tension de matériaux et de produits chimiques qui, tout en étant adaptés, assurent la santé et la sécurité au travail ainsi que la protection de l'environnement. En conséquence, un solvant adapté a été identifié pour remplacer le trichloro-1,1,2-trifluoro-1,2,2-éthane (aussi connu sous les appellations trifluorotrichloroéthane, Fréon et Réfrigérant 113), utilisé auparavant.

Page 12

8.1.1 Conditions générales d'essai

Premier alinéa, deuxième ligne

Au lieu de:

avec du trifluorotrichloroéthane
(CF₂ClCFCl₂)

lire:

avec de l'isopropanol (CH₃-CH(OH)-CH₃)

Ajouter, à la fin de cet alinéa, la note suivante:

NOTE Il est du devoir d'un employeur de s'assurer que la législation applicable ainsi que les prescriptions de sécurité propres à l'usage de ce produit chimique sont respectées intégralement.

Page 16

8.2.1 Conditions générales d'essai

Premier alinéa, deuxième ligne

Au lieu de:

avec du trifluorotrichloroéthane
(CF₂ClCFCl₂)

lire:

avec de l'isopropanol (CH₃-CH(OH)-CH₃)

Technical committee 78 continues to monitor the use of chemicals and materials in live working that are suitable and provide for safety, occupational health and environmental protection. As a result, a suitable solvent has been found to replace the previously used trichloro-1,1,2-trifluoro-1,2,2-ethane (also known as trifluorotrichloroethane, Freon and Refrigerant 113).

Page 13

8.1.1 General test conditions

First paragraph, first line

Instead of:

with a trifluorotrichloroethane solution
(CF₂ClCFCl₂)

read:

with isopropanol (CH₃-CH(OH)-CH₃).

Add, at the end of this paragraph, the following note:

NOTE It is the duty of an employer to ensure that the relevant legislation and safety requirements for the use of this chemical are complied with in their entirety.

Page 17

8.2.1 General test conditions

First paragraph, second line

Instead of:

with a trifluorotrichloroethane solution
(CF₂ClCFCl₂)

read:

with isopropanol (CH₃-CH(OH)-CH₃)

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60855:1985

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
INTRODUCTION	6
SECTION UN – GÉNÉRALITÉS	
Articles	
1. Domaine d'application	6
2. Définitions	6
SECTION DEUX – CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES	
3. Matériaux	8
3.1 Tubes isolants ou tiges isolantes	8
3.2 Remplissage du tube isolant avec de la mousse	8
4. Diamètres des tubes et des tiges	8
SECTION TROIS – ESSAIS DE TYPE	
5. Généralités	10
6. Contrôles visuel et dimensionnel	12
6.1 Contrôle visuel	12
6.2 Contrôle dimensionnel	12
7. Essai à la fuchsine	12
8. Essais diélectriques	12
8.1 Essais diélectriques avant et après conditionnement humide	12
8.2 Essai diélectrique sous pluie	16
9. Essais mécaniques	16
9.1 Essai de flexion	16
9.2 Essai de torsion	18
9.3 Essai d'écrasement du tube	20
10. Essais de vieillissement mécanique	20
10.1 Essai de flexion	20
10.2 Essais diélectriques	22
SECTION QUATRE – ESSAI DE SÉRIE ET ESSAIS SUR PRÉLÈVEMENT	
11. Essai individuel de série	22
12. Essais sur prélèvement	24
13. Essais complémentaires non précisés	24
SECTION CINQ – CLAUSES PARTICULIÈRES	
14. Marquage	24
15. Modification	24
16. Acceptation	24
ANNEXE A – Essais diélectriques avant et après conditionnement humide	26
ANNEXE B – Essai diélectrique sous pluie	32
ANNEXE C – Essais mécaniques	33
ANNEXE D – Essais individuels de série	36

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
INTRODUCTION	7
SECTION ONE – GENERAL	
Clause	
1. Scope	7
2. Definitions	7
SECTION TWO – TECHNICAL CHARACTERISTICS	
3. Materials	9
3.1 Insulating tubes or insulating rods	9
3.2 Interior of insulating foam-filled tube	9
4. Diameters of tubes and rods	9
SECTION THREE – TYPE TESTS	
5. General	11
6. Visual inspection and dimensional check	13
6.1 Visual inspection	13
6.2 Dimensional check	13
7. Dye penetration test	13
8. Dielectrical tests	13
8.1 Dielectrical tests before and after exposure to humidity	13
8.2 Dielectrical wet test	17
9. Mechanical tests	17
9.1 Bending test	17
9.2 Torsion test	19
9.3 Crushing test on tube	21
10. Mechanical ageing tests	21
10.1 Bending test	21
10.2 Dielectrical tests	23
SECTION FOUR – ROUTINE TEST AND SAMPLING TESTS	
11. Routine test	23
12. Sampling tests	25
13. Additional tests not indicated	25
SECTION FIVE – SPECIAL CLAUSES	
14. Marking	25
15. Modification	25
16. Acceptance	25
APPENDIX A – Dielectrical tests before and after exposure to humidity	26
APPENDIX B – Dielectrical wet test	32
APPENDIX C – Mechanical tests	33
APPENDIX D – Routine tests	36

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

TUBES ISOLANTS REMPLIS DE MOUSSE ET TIGES ISOLANTES PLEINES POUR TRAVAUX SOUS TENSION

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 norme a été établie par le Comité d'Etudes n° 78 de la CEI: Outils pour travaux sous tension.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote
78 (BC) 10	78 (BC) 13

Pour de plus amples renseignements, consulter le rapport de vote mentionné dans le tableau ci-dessus.

Les publications suivantes de la CEI sont citées dans la présente norme:

- Publications n° 50 (151) (1978): Vocabulaire Electrotechnique International (VEI), Chapitre 151: Dispositifs électriques et magnétiques.
 60: Techniques des essais à haute tension.
 60-1 (1973): Première partie: Définitions et prescriptions générales relatives aux essais.
 212 (1971): Conditions normales à observer avant et pendant les essais de matériaux isolants électriques solides.
 743 (1983): Terminologie pour l'outillage et le matériel à utiliser dans les travaux sous tension.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**INSULATING FOAM-FILLED TUBES AND SOLID RODS
FOR LIVE WORKING**

FOREWORD

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

PREFACE

This standard has been prepared by IEC Technical Committee No. 78: Tools for Live Working.

The text of this standard is based upon the following documents:

Six Months' Rule	Report on Voting
78 (CO) 10	78 (CO) 13

Further information can be found in the Report on Voting indicated in the table above.

The following IEC publications are quoted in this standard:

- Publications Nos. 50 (151) (1978): International Electrotechnical Vocabulary (IEV), Chapter 151: Electrical and Magnetic Devices.
- 60: High-voltage Test Techniques.
- 60-1 (1973): Part 1: General Definitions and Test Requirements.
- 212 (1971): Standard Conditions for Use Prior to and during the Testing of Solid Electrical Insulating Materials.
- 743 (1983): Terminology for Tools and Equipment to be Used in Live Working.

TUBES ISOLANTS REMPLIS DE MOUSSE ET TIGES ISOLANTES PLEINES POUR TRAVAUX SOUS TENSION

INTRODUCTION

La spécification des essais permettant de vérifier les caractéristiques électriques et mécaniques dépend en partie du mode de fabrication des tubes et des tiges. La présente norme s'applique aux tubes remplis de mousse et aux tiges pleines qui existent sur le marché, sans exclure la possibilité de développement futur de tubes protégés intérieurement d'une autre manière et de tubes ou de tiges pleines protégés extérieurement. Toute proposition de matériel de conception différente pourra faire l'objet d'une mise au point des essais, afin que ceux-ci puissent être adaptés à la fabrication proposée.

SECTION UN - GÉNÉRALITÉS

1. Domaine d'application

La présente norme est applicable aux tubes isolants remplis de mousse et aux tiges isolantes pleines fabriqués en matériaux synthétiques et destinés aux outils et matériels pour travaux sous tension utilisés sur des réseaux de tension nominale supérieure à 1 kV.

Des normes techniques particulières donnent le détail des essais correspondant aux embouts, aux outils adaptables et aux outils entiers.

2. Définitions

Les termes suivants sont définis conformément à la Publication 50(151) de la CEI: Vocabulaire Electrotechnique International (VEI), Chapitre 151: Dispositifs électriques et magnétiques.

2.1 Essai de type

Essai effectué sur un ou plusieurs dispositifs réalisés selon une conception donnée, pour vérifier que cette conception répond à certaines spécifications (VEI 151-04-15).

2.2 Essai individuel de série

Essai auquel est soumis chaque dispositif en cours ou en fin de fabrication pour vérifier qu'il satisfait à des critères définis (VEI 151-04-16).

2.3 Essai (de série) sur prélèvement

Essai effectué sur un certain nombre de dispositifs prélevés au hasard dans un lot (VEI 151-04-17).

2.4 Essai de réception - Essai d'acceptation

Essai contractuel ayant pour objet de prouver au client que le dispositif répond à certaines conditions de sa spécification (VEI 151-04-20).

2.5 Autres définitions

Pour les définitions des termes généraux utilisés dans la présente norme, se reporter au Vocabulaire Electrotechnique International (Publication 50 de la CEI) ou, pour des termes particuliers, aux définitions données dans la Publication 743 de la CEI: Terminologie pour l'outillage et le matériel à utiliser dans les travaux sous tension.

INSULATING FOAM-FILLED TUBES AND SOLID RODS FOR LIVE WORKING

INTRODUCTION

A specification of tests to verify the electrical and mechanical performance of insulating tubes and rods is dependent in part on their construction. This standard covers foam-filled tubes and solid rods such as those currently available without excluding possible future developments of tubes protected internally in other ways and tubes and solid rods protected externally. Any proposed equipment of different design may call for re-examination of the tests, so that they may be adapted to the construction proposed.

SECTION ONE - GENERAL

1. Scope

This standard is applicable to insulating foam-filled tubes and solid rods made of synthetic materials and intended for tools and equipment for live work on systems operating at voltages above 1 kV.

Separate special technical standards give details of tests for fittings and attachments to these poles and rods, adaptable tools and complete tools.

2. Definitions

The following terms are defined in accordance with IEC Publication 50(151): International Electrotechnical Vocabulary (IEV), Chapter 151: Electrical and Magnetic Devices.

2.1 *Type test*

A test of one or more devices made to a certain design to show that the design meets certain specifications (IEV 151-04-15).

2.2 *Routine test*

A test to which each individual device is subjected during or after manufacture to ascertain whether it complies with certain criteria (IEV 151-04-16).

2.3 *Sampling test*

A test on a number of devices taken at random from a batch (IEV 151-04-17).

2.4 *Acceptance test*

A contractual test to prove to the customer that the device meets certain conditions of its specification (IEV 151-04-20).

2.5 *Other definitions*

For the definitions of general terms used in this standard, reference should be made to the International Electrotechnical Vocabulary (IEC Publication 50) or to special definitions laid down in IEC Publication 743: Terminology for Tools and Equipment to be Used in Live Working.

SECTION DEUX - CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

3. Matériaux

3.1 Tubes isolants ou tiges isolantes

Les tubes isolants ou les tiges isolantes doivent être constitués de matériaux synthétiques, éventuellement renforcés de fibres minérales ou artificielles; la couleur du tube ou de la tige doit être précisée par l'acheteur.

3.2 Remplissage du tube isolant avec de la mousse

Le remplissage de mousse doit être intimement lié aux parois du tube isolant, et ni la mousse ni cette liaison ne doivent se dégrader durant les essais suivants, à l'exception des essais qui conduisent à la destruction des pièces.

4. Diamètres des tubes et des tiges

Tout diamètre mesuré doit être compris dans les tolérances précisées dans le tableau I ci-dessous.

La différence entre deux diamètres quelconques d'une même section doit être inférieure à 1 mm.

TABLEAU I
Diamètres retenus

Article	Diamètre extérieur (mm)	Tolérance du diamètre extérieur (mm)
Tige	10	± 1
	15	± 1
Tube	32	± 1
	39	± 1,1
	51	± 1,2
	64	± 1,3
	77	± 1,5

Toutes indications et valeurs d'essais relatives à d'autres diamètres seront données dans une modification à la présente norme.

SECTION TWO - TECHNICAL CHARACTERISTICS

3. Materials

3.1 *Insulating tubes or insulating rods*

Insulating tubes or insulating rods shall be made from synthetic materials which may be reinforced with mineral or artificial fibre. The colour of the tube or rod shall be specified by the purchaser.

3.2 *Interior of insulating foam-filled tube*

The foam filling shall be bonded to the wall of the insulating tube, and neither the foam nor the bond shall deteriorate during the following tests, other than those leading to destruction of the parts.

4. Diameters of tubes and rods

All measured diameters shall fall within the tolerance limits specified in Table I below.

The difference between any two diameters at a given section shall be less than 1 mm.

TABLE I

Specified diameters

Item	External diameter (mm)	Tolerance on external diameter (mm)
Rod	10	± 1
	15	± 1
Tube	32	± 1
	39	± 1.1
	51	± 1.2
	64	± 1.3
	77	± 1.5

All information and testing values relating to other diameters will be given in an amendment to this standard.

SECTION TROIS - ESSAIS DE TYPE

5. Généralités

Afin que son matériel soit agréé, le fabricant doit présenter:

10 longueurs de 3 m pour les tubes,
10 longueurs de 2,5 m pour les tiges,

qui seront conservées par l'acheteur ou par une personne qu'il aura choisie.

Après un contrôle visuel et dimensionnel de l'ensemble des échantillons, ceux-ci sont répartis en trois lots d'où sont extraites les éprouvettes qui subiront les différents essais (trois éprouvettes par essai), selon le tableau II ci-dessous:

TABLEAU II

Nombre de longueurs de tubes ou tiges nécessaires aux essais

Essais	Articles	Tube			Tige		
		Lot 1	Lot 2	Lot 3	Lot 1	Lot 2	Lot 3
Contrôles visuel et dimensionnel	6	3 de 3 m	4 de 3 m	3 de 3 m	3 de 2,5 m	4 de 2,5 m	3 de 2,5 m
Essai à la fuchsine	7			5 de 0,1 m			
Essais électriques	8,1	3 de 0,3 m			3 de 0,3 m		
Essai sous pluie	8,2		3 de 1,2 m			3 de 1,2 m	
Essai de flexion	9,1	3 de 2,5 m			3 de 2 m		
Essai de torsion	9,2		3 de 1,2 m			3 de 1,2 m	
Essai d'écrasement	9,3		3 de 0,3 m*				
Vieillessement mécanique	10			3 de 2,5 m			3 de 2 m
Eprouvette de référence	5		2 de 1 m**			2 de 1 m**	

* Selon le paragraphe 9.3, la longueur de l'éprouvette est de trois fois le diamètre nominal.

** Ces deux éprouvettes doivent être conservées sans avoir subi d'essais pour pouvoir servir de références.

Chaque essai est effectué sur une éprouvette extraite de chacune des trois, quatre ou cinq longueurs de tube (ou tige) du lot désigné pour cet essai.

Si une éprouvette quelconque ne satisfait pas à l'un des essais mentionnés dans le tableau précédent, le produit est rejeté.

Une fois l'agrément prononcé, le cachet de l'acheteur est apposé sur le modèle de référence; le deuxième échantillon est retourné au fabricant et le premier reste chez l'acheteur à titre de référence.

Seuls les produits qui ont satisfait aux essais de la présente norme peuvent être marqués comme lui étant conformes.

SECTION THREE - TYPE TESTS

5. General

To obtain approval for his equipment, the manufacturer shall provide:

10 lengths of 3 m for tubes,
10 lengths of 2.5 m for rods,

which will be retained by, or on behalf of, the purchaser.

After visual inspection and a dimensional check of all the samples, these are divided into three batches from which the various test pieces are taken to undergo the different tests (three test pieces per test) as shown in Table II:

TABLE II
Number of lengths of tubes and rods required for tests

Tests	Clause	Tube			Rod		
		Batch 1	Batch 2	Batch 3	Batch 1	Batch 2	Batch 3
Visual inspection and dimensional check	6	3 of 3 m	4 of 3 m	3 of 3 m	3 of 2.5 m	4 of 2.5 m	3 of 2.5 m
Dye penetration test	7			5 of 0.1 m			
Electrical tests	8.1	3 of 0.3 m			3 of 0.3 m		
Wet test	8.2		3 of 1.2 m			3 of 1.2 m	
Bending test	9.1	3 of 2.5 m			3 of 2 m		
Torsion test	9.2		3 of 1.2 m			3 of 1.2 m	
Crushing test	9.3		3 of 0.3 m*				
Mechanical ageing	10			3 of 2.5 m			3 of 2 m
Reference test piece	5		2 of 1 m**			2 of 1 m**	

*According to Sub-clause 9.3, the length of each test piece is three times the nominal diameter.

**These two test pieces shall be retained without undergoing any tests, so that they can be used as reference test pieces.

Each test is carried out on a test piece taken from each of the three, four or five lengths of tube (or rod) of the batch allocated to this test.

Should any test piece fail to pass any one of the tests mentioned in the preceding table, the product is rejected.

Once approval is granted, the purchaser's stamp is placed on the reference test piece; the second test piece is returned to the manufacturer, and the first remains with the purchaser for reference purposes.

Only those products that pass the tests specified herein may be marked as complying with this standard.

6. Contrôles visuel et dimensionnel

Les contrôles visuel et dimensionnel portent sur tous les échantillons, afin de s'assurer que les conditions générales sont respectées et que les dimensions sont conformes aux spécifications.

6.1 Contrôle visuel

Les échantillons sont inspectés visuellement pour détecter les défauts de fabrication (par exemple: mauvaise liaison évidente entre fibre et résine, bulles d'air, corps ou particules étrangers).

6.2 Contrôle dimensionnel

Le contrôle dimensionnel consiste à vérifier la conformité des diamètres aux prescriptions de l'article 4.

7. Essai à la fuchsine (cet essai ne concerne pas les tiges pleines)

Cinq éprouvettes de tubes, de 100 mm de longueur chacune, prélevées dans les tubes du lot 3, sont immergées complètement dans un récipient contenant une solution de fuchsine à 0,1% en volume/solution dans l'eau distillée, et cet ensemble est ensuite placé dans une enceinte sous vide à une pression inférieure à 6 500 Pa (environ 50 Torr). Les éprouvettes séjourneront ainsi pendant 1 h dans la solution, et ensuite le vide sera cassé. Les éprouvettes seront retirées de la solution.

Pour éviter des bavures de solution de fuchsine aux coupures, il est indispensable de sécher les éprouvettes, pendant 24 h, à l'air ambiant, avant de les couper.

Après séchage, elles sont coupées à 10 mm de chaque extrémité.

Les nouvelles éprouvettes ainsi obtenues sont ensuite coupées longitudinalement. Aucune pénétration de solution de fuchsine ne doit être constatée.

8. Essais diélectriques

Les essais diélectriques sont faits pour vérifier la capacité des produits à subir:

- les contraintes diélectriques avant conditionnement humide (paragraphe 8.1.2);
- les contraintes diélectriques après conditionnement humide (paragraphe 8.1.3).

8.1 Essais diélectriques avant et après conditionnement humide

8.1.1 Conditions générales d'essai

Avant les essais diélectriques, on prépare chaque éprouvette en la nettoyant avec du trifluorotrchloréthane ($\text{CF}_2\text{ClCFCl}_2$) et on la laisse sécher 15 min à l'air.

Ces essais sont effectués sur trois éprouvettes de 300 mm de longueur chacune, prélevées dans les tubes (ou les tiges) du lot 1 à 100 mm au moins des extrémités.

Les extrémités de ces éprouvettes doivent être recouvertes de ruban adhésif conducteur, avant chaque essai électrique. Au moment du conditionnement en atmosphère humide, ce ruban conducteur doit être enlevé.

Le conditionnement en atmosphère humide est effectué selon la Publication 212 de la CEI: Conditions normales à observer avant et pendant les essais de matériaux isolants électriques solides.

Les conditions du milieu ambiant du local d'essais sont celles des conditions atmosphériques normales du tableau I de la Publication 212 de la CEI, à une température comprise entre 18 °C et 28 °C.

6. Visual inspection and dimensional check

These inspections are carried out on all the test pieces supplied to ensure that the general requirements are fulfilled and that the dimensions comply with the specifications.

6.1 Visual inspection

The samples are inspected visually to detect constructional defects (e.g.: evidence of faulty bonding between fibre and resin, air bubbles, foreign bodies or particles).

6.2 Dimensional check

The diameters are measured to verify conformity of the test pieces with the requirements of Clause 4.

7. Dye penetration test (this test does not apply to solid rods)

Five tube test pieces, each 100 mm long, which are cut from tubes of batch No. 3, shall be completely immersed in a container of 0.1% by volume fuchsine/distilled water solution, and this system placed in a vacuum chamber which is then evacuated to less than 6 500 Pa (about 50 Torr). The test pieces shall remain for 1 h in the dye solution and then the vacuum is released and the test pieces removed.

In order to avoid fuchsine spreading from the sample ends during cutting, it is necessary to dry the test pieces for 24 h in ambient air before cutting them.

After drying, the test pieces are cut 10 mm from each end.

The new test pieces thus obtained are then slit lengthways. They shall be free from any fuchsine dye penetration.

8. Dielectrical tests

These tests are carried out in order to verify the ability of the products withstand:

- dielectrical stress before exposure to humidity (Sub-clause 8.1.2);
- dielectrical stress after exposure to humidity (Sub-clause 8.1.3).

8.1 Dielectrical tests before and after exposure to humidity

8.1.1 General test conditions

Before dielectrical testing, each test piece shall be prepared by cleaning with a trifluorotrichloroethane solution ($\text{CF}_2\text{ClCFCl}_2$) and then dried in air for 15 min.

These tests are made on three test pieces, each 300 mm long, which are cut from tubes (or rods) of batch No. 1 in such a way as to avoid the use of material within 100 mm of the end.

The ends of these test pieces shall be covered with conducting adhesive tape before each dielectrical test. At the time of conditioning in a humid atmosphere, this conducting tape must be removed.

Conditioning in a humid atmosphere is carried out in accordance with IEC Publication 212: Standard Conditions for Use prior to and during the Testing of Solid Electrical Insulating Materials.

The test location shall be at the standard atmospheric conditions given in Table I of IEC Publication 212, with a temperature range of 18 °C to 28 °C.

Le montage d'essai est conforme à la figure A1 de l'annexe A. L'appareillage de mesure doit être éloigné d'au moins 2 m de la haute tension. L'ensemble des connexions, la résistance de mesure et l'éclateur optionnel doivent être parfaitement blindés et mis à la terre. L'éprouvette doit être positionnée à environ 1 m du sol, au moyen d'un support isolant. On applique une tension de 100 kV eff. à fréquence industrielle entre les électrodes, selon la Publication 60 de la CEI: Techniques des essais à haute tension, et on mesure le courant traversant l'éprouvette (l'électrode de garde, côté masse, étant directement mise à la terre).

Les courants prescrits sont donnés en valeurs efficaces. On mesure le déphasage entre le courant, et la tension de la façon suivante:

- courant (côté masse), en se branchant aux bornes d'une impédance connue;
- tension (côté haute tension), en utilisant un diviseur approprié.

Au cours des essais, on ne doit constater, sur aucune éprouvette, ni contournement, ni perforation.

8.1.2 Essais avant conditionnement humide

Après au moins 24 h de séjour en atmosphère ambiante du local d'essais, le courant I_1 est mesuré sous une tension alternative de 100 kV eff. à fréquence industrielle appliquée entre électrodes, pendant 1 min. Le courant maximal ainsi que le déphasage courant/tension ϕ_1 sont relevés.

8.1.3 Essais après conditionnement humide

Les éprouvettes sont placées dans une enceinte et subissent le conditionnement suivant: 168 h/23 °C/93%, conformément au tableau I de la Publication 212 de la CEI.

Au terme de ces 168 h, les éprouvettes restent dans une atmosphère à un degré d'hygrométrie relatif de 93% et sont essayées dès leur retour à la température ambiante du local d'essais. Après un léger essuyage au chiffon sec, le courant I_2 et le déphasage ϕ_2 sont mesurés dans les mêmes conditions que I_1 et ϕ_1 .

L'éprouvette doit être placée dans la même position par rapport à la masse; pour les essais, l'extrémité haute tension doit demeurer la même.

8.1.4 Résultats des essais

Le courant I_1 mesuré ne doit pas être supérieur aux valeurs données au tableau III:

TABLEAU III

Limites du courant I_1 avant conditionnement humide

Diamètre (mm)	Tige		Tube				
	10	15	32	39	51	64	77
Courant I_1 (μ A eff.)	10	10	10	12	15	20	25

L'essai après conditionnement humide est considéré comme satisfaisant si le courant I_2 est inférieur à $2 I_1$.

Si I_2 est supérieur à $2 I_1$, mais inférieur à $I_1 + 40 \mu$ A, l'essai est également considéré comme satisfaisant si le déphasage entre la tension et le courant est supérieur à 50° pour les tubes et 40° pour les tiges.

En aucun cas, I_2 ne doit être supérieur à $I_1 + 40 \mu$ A.

The test arrangement is shown in Figure A1 (Appendix A). The measuring equipment shall be not less than 2 m from the H.V. electrode. The measuring leads, shunt and optional protective gap shall be shielded and earthed. The test piece shall be mounted approximately 1 m above the ground plane on an insulating support. A voltage of 100 kV r.m.s. at power frequency is applied between the electrodes, in accordance with IEC Publication 60: High-voltage Test Techniques, and the current passing through the test piece is measured (the guard electrode on the earth side is directly connected to earth).

The specified currents are given in r.m.s. values. The phase difference between current and voltage is measured as follows:

- current (earth end), by passing it through a known impedance;
- voltage (line end), by means of an appropriate divider.

During the tests there shall be no sign of flashover or puncture of any of the test pieces.

8.1.2 Tests before exposure to humidity

After at least 24 h in the ambient atmosphere of the test area, the current I_1 is measured at an alternating voltage of 100 kV r.m.s. at power frequency applied between the electrodes for 1 min. The maximum current and the phase angle ϕ_1 between current and voltage are recorded.

8.1.3 Tests after exposure to humidity

The test pieces are placed in a chamber and subjected to the following conditioning: 168 h/23 °C/93%, according to Table I of IEC Publication 212.

At the end of this 168 h period, the test pieces shall remain in an atmosphere of 93% relative humidity and be tested upon return to the ambient temperature of the test area. After the test pieces have been lightly wiped with a dry cloth, the current I_2 and phase angle ϕ_2 are measured under the same conditions as I_1 and ϕ_1 .

The test piece shall be located in the same position in relation to earth; for both tests, the H.V. end shall remain the same.

8.1.4 Test results

The current I_1 measured shall not exceed the values given in Table III:

TABLE III

Limits of current I_1 before exposure to humidity

Diameter (mm)	Rod		Tube				
	10	15	32	39	51	64	77
Current I_1 (μ A r.m.s.)	10	10	10	12	15	20	25

The test is passed if after exposure to humidity the current I_2 is lower than $2 I_1$.

If I_2 is greater than $2 I_1$, but lower than $I_1 + 40 \mu$ A, the test is also passed if the phase angle between voltage and current is higher than 50° for tubes and 40° for rods.

In no case shall I_2 be greater than $I_1 + 40 \mu$ A.

8.2 Essai diélectrique sous pluie

8.2.1 Conditions générales d'essai

Avant les essais diélectriques, on prépare chaque éprouvette en la nettoyant avec du trifluoro-trichloréthane ($\text{CF}_2\text{ClCFCl}_2$) et en la laissant sécher pendant 15 min à l'air.

Ces essais s'effectuent sur trois éprouvettes de 1,20 m de longueur chacune, prélevées dans les tubes (ou les tiges) du lot 2, à 100 mm au moins des extrémités.

Les électrodes, constituées de fil d'aluminium de 3 mm à 4 mm de diamètre, entourant l'éprouvette sur trois ou quatre tours, sont distantes de 1 m.

Les conditions du milieu ambiant du local d'essais sont celles des conditions atmosphériques normales de la Publication 212 de la CEI et la température de l'eau est comprise dans les mêmes limites que la température ambiante, soit entre 18 °C et 28 °C.

Le montage d'essai est conforme aux figures B1 et B2 de l'annexe B, pages 32. L'éprouvette doit être inclinée à 45°. On applique une tension de 100 kV eff. à fréquence industrielle entre les électrodes, selon la Publication 60 de la CEI, pendant une durée de 1 h.

8.2.2 Caractéristiques d'aspersion

L'essai sous pluie s'effectue conformément à la Publication 60-1 de la CEI: Techniques des essais à haute tension, Première partie: Définitions et prescriptions générales relatives aux essais, selon les modalités révisées:

- taux d'aspersion moyen: 1,0 mm/min à 1,5 mm/min,
- résistivité de l'eau recueillie, ramenée à 20 °C: $100 \pm 15 \Omega\text{m}$.

Cependant, contrairement aux prescriptions de la publication précitée, aucune aspersion ne sera faite avant la mise sous tension de l'éprouvette; début de pluie et mise sous tension seront simultanés.

8.2.3 Résultats des essais

Cet essai est considéré comme satisfaisant si les conditions suivantes sont remplies:

- aucun contournement, aucun amorçage, aucune perforation;
- aucune trace de cheminements ou d'érosion de la surface;
- aucune élévation perceptible de température.

9. Essais mécaniques

Ces essais sont effectués pour mesurer les possibilités de tenue des éprouvettes à la flexion et la torsion.

Comme l'indique l'article 5, chaque essai est effectué sur trois éprouvettes. Les conditions du milieu ambiant du local d'essais sont celles des conditions atmosphériques normales de la Publication 212 de la CEI, à une température comprise entre 18 °C et 28 °C.

Note. - Si on envisage d'utiliser le matériel à des températures anormalement basses ou hautes, d'autres essais seront nécessaires. Ils seront indiqués dans une modification à la présente norme.

9.1 Essai de flexion

Cet essai s'effectue sur trois éprouvettes du lot n° 1. Un tube de 2,50 m de longueur, ou une tige de 2 m, est placé entre deux appuis constitués de poulies à gorge (annexe C) dont les axes sont distants de:

- 0,50 m pour les tiges pleines;
- 1,50 m pour les tubes de 32 mm de diamètre;
- 2 m pour les tubes de 39 mm de diamètre et plus.

8.2 Dielectrical wet test

8.2.1 General test conditions

Before dielectrical testing, each test piece shall be prepared by cleaning with a trifluorotrichloroethane solution ($\text{CF}_2\text{ClCFCl}_2$) and then dried in air for 15 min.

These tests will be carried out on three test pieces, each 1.20 m long which are cut from tubes (or rods) of batch No. 2 in such a way as to avoid the use of material within 100 mm of the end.

The electrodes, made with three or four turns of aluminium tie wire 3 mm to 4 mm in diameter, are 1 m apart.

The test location shall be at the standard atmospheric conditions of IEC Publication 212 and the water temperature shall be within the same limits as the ambient temperature, i.e. 18 °C to 28 °C.

The test arrangement is shown in Figures B1 and B2 of Appendix B, page 32. The test piece shall be inclined at an angle of 45°. A voltage of 100 kV r.m.s. at power frequency shall be applied between the electrodes, in accordance with IEC Publication 60, for a period of 1 h.

8.2.2 Wet conditions

The wet test is carried out in accordance with the revised wet test procedure described in IEC Publication 60-1: High-voltage Test Techniques, Part 1: General Definitions and Test Requirements:

- average precipitation rate: 1.0 mm/min to 1.5 mm/min,
- resistivity of collected water corrected to 20 °C: $100 \pm 15 \Omega\text{m}$.

However, contrary to the requirements of the above-mentioned publication the test piece shall not be prewetted before voltage application; spray and voltage shall be applied at the same time.

8.2.3 Test results

The test piece shall fulfil the following requirements:

- no flashover, no sparkover or puncture;
- no visual sign of tracking or erosion on the surface;
- no perceptible temperature rise.

9. Mechanical tests

These tests measure the ability of the test pieces to withstand bending and torsion.

As indicated in Clause 5, each test is made on three test pieces. The test environment shall be the standard atmospheric conditions of IEC Publication 212, with a temperature range of 18 °C to 28 °C.

Note. – If it is envisaged that the equipment will be used at unusually high or low temperatures, other tests will be necessary. They will be given in an amendment to this standard.

9.1 Bending test

This test is carried out on three test pieces from batch No. 1. A tube 2.50 m long or a rod 2 m long is placed between two supports consisting of pulleys (Appendix C) with the following distance between the axes:

- 0.50 m for solid rods;
- 1.50 m for 32 mm diameter tubes;
- 2 m for 39 mm diameter tubes or larger.

On exerce, au milieu de la portée, une force verticale F appliquée sur une sangle en cuir ou en textile, de 50 mm de largeur, placée sur le tube ou la tige.

On appelle F_d la force pour laquelle la limite élastique n'est pas dépassée.

La force F est appliquée progressivement à raison de 200 ± 50 N/s, et la flèche est relevée pour les charges $\frac{F_d}{3}$, $\frac{2F_d}{3}$ et F_d , après les avoir maintenues pendant 30 s.

La différence entre les flèches relevées pour $\frac{F_d}{3}$ et $\frac{2F_d}{3}$, et pour $\frac{2F_d}{3}$ et F_d doit être inférieure à la valeur f indiquée ci-dessous.

Ensuite, on annule progressivement cette force et, 1 min après le retour à zéro, on mesure la flèche résiduelle qui ne doit pas dépasser 6% de la flèche lors de l'application de la force F_d pour les tubes et 1 mm pour les tiges.

Le tube, ou la tige, est ensuite tourné de 90° , 180° et 270° , et l'essai ci-dessus est recommencé pour chacune des positions. Pour les mêmes charges, la flèche f ne doit pas varier de plus de 15%.

La flèche mesurée pour la valeur F_d est comparée à celle qui a été obtenue au moment du premier essai. Le tube, ou la tige, est mis dans la position conduisant à la flèche maximale, et on applique de nouveau une force progressivement croissante, dans les mêmes conditions que ci-dessus, jusqu'à la valeur F_r que l'on maintient pendant 30 s. On ne doit pas constater de signe de détérioration.

L'essai doit être poursuivi jusqu'à la rupture de l'éprouvette, et la charge réelle de rupture sera consignée pour information.

Le tableau IV donne les valeurs de F_d , f , F_r pour les tubes remplis de mousse et les tiges pleines:

TABLEAU IV

Valeurs de F_d , f et F_r pour l'essai de flexion

Diamètre extérieur du tube ou de la tige mm		Distance entre appuis m	F_d N	f mm	F_r N	Longueur de l'éprouvette m
Tiges	10	0,5	270	20	540	2
	15	0,5	1 350	15	2 700	2
Tubes	32	1,5	1 100	35	2 150	2,5
	39	2	1 500	50	2 950	2,5
	51	2	3 250	45	6 450	2,5
	64	2	5 500	35	11 000	2,5
	77	2	11 650	30	23 250	2,5

9.2 Essai de torsion

L'essai de torsion s'effectue sur trois éprouvettes de 1,2 m de longueur, prises dans le lot n° 2.

L'éprouvette est soumise à la torsion sur une longueur de 1 m (entre pièces de serrage ou embouts).

On applique le couple progressivement à raison de 5 ± 2 N·m/s jusqu'à l'obtention de la valeur C_d , couple pour lequel on ne doit constater aucun défaut audible ou visible. Pour la valeur C_d , la déformation angulaire mesurée, après 30 s d'application du couple, doit être inférieure à l'angle α_d correspondant (les valeurs sont précisées dans le tableau V).

On annule ensuite le couple C_d et, après 1 min de repos, on mesure l'angle de déformation résiduelle qui doit être inférieur à 1% de α_d pour les tiges et 1° pour les tubes.

On recommence, comme ci-dessus, à exercer un couple croissant jusqu'à C_r , que l'on maintient pendant 30 s. On ne doit pas constater de fissure.

L'essai est poursuivi, à titre d'information, jusqu'à rupture de l'éprouvette.

At the centre of the span, a vertical force F shall be applied to a leather or fabric strap, 50 mm wide, which is placed on the tube or rod.

Fd is the force for which the elastic limit is not exceeded.

The applied force F is increased at a rate of 200 ± 50 N/s and the deflection is measured for the loads $\frac{Fd}{3}$, $\frac{2Fd}{3}$ and Fd , these having been maintained for 30 s.

The difference between the deflections measured for $\frac{Fd}{3}$ and $\frac{2Fd}{3}$ and for $\frac{2Fd}{3}$ and Fd , shall be less than the value of f indicated below.

This force is then removed progressively and, 1 min after the force has been removed, the residual deflection is measured; this shall not exceed 6% of the deflection measured during application of the force Fd for tubes, and 1 mm for rods.

The tube or rod shall then be rotated through 90° , 180° and 270° , and the test repeated for each position. For the same load, the deflection f shall not vary by more than 15%.

The measured deflection produced by force Fd shall be compared with that for the previous test. With the tube or rod in the plane for which the total deflection was the greatest, the force is then reapplied and progressively increased under the same conditions as above, up to the value Fr , which is then maintained for 30 s. There shall be no sign of failure.

The test shall be continued until the test piece breaks and the actual breaking load is recorded for information.

Table IV gives the values of Fd , f and Fr for foam-filled tubes and solid rods:

TABLE IV
Values of Fd , f and Fr for bending test

External diameter of tube or rod mm		Distance between supports m	Fd N	f mm	Fr N	Length of test piece m
Rods	10	0.5	270	20	540	2
	15	0.5	1 350	15	2 700	2
Tubes	32	1.5	1 100	35	2 150	2.5
	39	2	1 500	50	2 950	2.5
	51	2	3 250	45	6 450	2.5
	64	2	5 500	35	11 000	2.5
	77	2	11 650	30	23 250	2.5

9.2 Torsion test

This test is carried out on three test pieces, each 1.2 m long, from batch No. 2.

The test piece is subjected to torsion over a length of 1 m (between collets or terminations).

The applied torque is increased at a rate of 5 ± 2 N·m/s up to the value Cd , which is the torque for which neither audible nor visible defects are observed. At this value, the angular deflection measured after a 30 s application of the torque shall be less than the corresponding angle ad (values specified in Table V).

The torque is then removed and, after 1 min, the residual angle of deflection is measured. This shall be less than 1% of ad for rods, and 1° for tubes.

An increasing torque is then reapplied, as above, up to a value Cr and is maintained for 30 s. There shall be no sign of failure.

The test is continued until the test piece breaks, for information purposes.

TABLEAU V

Valeurs de C_d , a_d et C_r pour essai de torsion

Diamètre extérieur du tube ou de la tige (mm)		C_d N·m	a_d degrés	C_r N·m
Tiges	10	4,5	150	9
	15	13,5	180	27
Tubes	32	40	35	80
	39	80	40	160
	51	120	12	240
	64	320	12	640
	77	600	8	1 200

9.3 Essai d'écrasement du tube

L'essai est réalisé sur trois échantillons du lot n° 2, la longueur de chaque échantillon étant égale à trois fois le diamètre. L'échantillon doit être placé entre deux plaques lisses, rigides, planes, parallèles, puis comprimé (voir figure C4 l'annexe C, page 35). La longueur des plaques doit être au moins égale à la longueur de l'échantillon, plus 20 mm. Les plaques sont ensuite rapprochées à une vitesse constante égale à 2 mm/min.

La force F , appliquée à l'échantillon, est enregistrée en fonction du temps.

Deux valeurs de F sont à prendre en considération:

- a) $F = F_d$: valeur minimale de F à laquelle apparaît la première non-linéarité de la courbe. Cette première non-linéarité doit être telle que $\Delta F \geq 0,01 F_d$;
- b) $F = F_r$: valeur maximale de F enregistrée pendant les trois premières minutes de l'essai (déplacement ≤ 6 mm).

Les valeurs mesurées de F_d et F_r doivent être plus élevées que celles qui sont spécifiées ci-dessous:

TABLEAU VI

Valeurs de F_d et F_r pour essai d'écrasement

Diamètre nominal du tube (mm)	32	39	51	64	77
F_d (N)	700	1 650	3 000	3 400	7 000
F_r (N)	1 400	3 300	6 000	6 800	14 000

10. Essais de vieillissement mécanique

L'essai de vieillissement mécanique est effectué sur trois éprouvettes, de 2,50 m de longueur pour les tubes et de 2 m de longueur pour les tiges, prélevées dans le lot n° 3.

10.1 Essai de flexion

L'essai de flexion consiste à faire subir à chaque éprouvette, sur quatre génératrices situées dans deux plans perpendiculaires, 1000 cycles de flexion dans les conditions d'essais décrites au paragraphe 9.1, en appliquant, en milieu de portée, la force F_d indiquée dans le tableau IV.

TABLE V

Values of C_d , α_d and C_r for torsion test

External diameter of tube or rod (mm)		C_d N·m	α_d degrees	C_r N·m
Rods	10	4.5	150	9
	15	13.5	180	27
Tubes	32	40	35	80
	39	80	40	160
	51	120	12	240
	64	320	12	640
	77	600	8	1 200

9.3 Crushing test on tube

This test is carried out on three test pieces from batch No. 2, each sample being three nominal diameters in length. The test piece shall be laid between smooth, flat, parallel, rigid plates and compressed (see Figure C4 of Appendix C, page 35). The length of the plates shall be at least equal to the sample length plus 20 mm. The distance between the two plates is then continuously decreased at a constant speed of 2 mm/min.

The force F applied to the test piece is recorded versus time.

Two values of F are to be considered:

- $F = F_d$: minimum value of F where first linearity is lost. This corresponds to a loss of $\Delta F \geq 0.01 F_d$;
- $F = F_r$: maximum value of F recorded during the three first minutes of test (displacement ≤ 6 mm).

F_d and F_r measured shall be higher than the following specified values:

TABLE VI

Values of F_d and F_r for crushing test

Nominal diameter of tube (mm)	32	39	51	64	77
F_d (N)	700	1 650	3 000	3 400	7 000
F_r (N)	1 400	3 300	6 000	6 800	14 000

10. Mechanical ageing tests

This test is carried out on three test pieces, each 2.50 m in length for tubes and 2 m for rods, taken from batch No. 3.

10.1 Bending test

The test consists of subjecting each test piece to 1000 bending cycles under the test conditions described in Sub-clause 9.1. The force F_d indicated in Table IV is applied at the midpoint of the test piece in each of four directions, 90° apart.

La fréquence d'application de l'effort se situe entre un et deux cycles par minute. Après chaque série de 1000 flexions, l'éprouvette doit subir une rotation de 90°; après l'application des 4000 cycles, le tube et la tige ne doivent pas présenter de détériorations visibles, même localisées, ni de déformation permanente, lors d'un examen à l'œil nu.

10.2 Essais diélectriques

Dans les éprouvettes qui ont subi les 4000 cycles, on découpe, en leur milieu, deux tronçons de 0,30 m. Ces tronçons sont ensuite soumis aux essais diélectriques (avant et après absorption d'humidité) prescrits au paragraphe 8.1.

Le courant I'_1 , mesuré avant conditionnement humide, ne doit pas être supérieur aux valeurs données dans le tableau VII:

TABLEAU VII
Limites du courant I'_1 , avant conditionnement humide

Diamètre (mm)	Tige		Tube				
	10	15	32	39	51	64	77
Courant I'_1 (μA eff.)	10	10	10	12	15	20	25

L'essai après conditionnement humide est considéré comme satisfaisant si le courant I'_2 est inférieur à $2 I'_1$.

Si I'_2 est supérieur à $2 I'_1$, mais inférieur à $I'_1 + 40 \mu\text{A}$, l'essai est également considéré comme satisfaisant si le déphasage entre la tension et le courant est supérieur à 50° pour les tubes et 40° pour les tiges.

En aucun cas, I'_2 ne doit être supérieur à $I'_1 + 40 \mu\text{A}$.

SECTION QUATRE - ESSAI DE SÉRIE ET ESSAIS SUR PRÉLÈVEMENT

11. Essai individuel de série

Tous les tubes et tiges doivent être soumis aux contrôles suivants:

- contrôle visuel;
- essai diélectrique.

Pour l'essai diélectrique effectué conformément à la Publication 60 de la CEI, les tubes ou tiges sont soumis à une tension alternative à fréquence industrielle de 100 kV eff., appliquée entre électrodes distantes de 30 cm, pendant 1 min.

L'essai doit être réalisé selon les modalités de l'annexe D.

Cet essai est considéré comme satisfaisant si les conditions suivantes sont remplies:

- aucun contournement, aucun amorçage, aucune perforation;
- aucune trace de cheminements ou d'érosion de la surface;
- aucune élévation perceptible de température.

Après accord entre fabricant et acheteur, des dispositions équivalentes peuvent être utilisées pour le montage d'essai, la tension d'essai, la distance entre électrodes, la largeur de celles-ci et la durée de l'essai.

The frequency of application of the load shall be between one and two cycles per minute. The test piece shall be rotated through 90° after each 1000 bending cycles; after 4 000 cycles, no test piece shall show any sign of deterioration, localized or otherwise, or have any permanent set, when examined visually without the aid of magnifying devices.

10.2 Dielectrical tests

Two test pieces each 0.30 m long shall be cut at the centre of the test pieces that have been subjected to 4 000 bending cycles. These test pieces shall be subjected to the dielectrical tests (before and after absorption of humidity) defined in Sub-clause 8.1.

The current I'_1 measured before exposure to humidity shall not exceed the values given in Table VII:

TABLE VII
Limits of current I'_1 before exposure to humidity

Diameter (mm)	Rod		Tube				
	10	15	32	39	51	64	77
Current I'_1 ($\mu\text{A r.m.s.}$)	10	10	10	12	15	20	25

The test is passed if, after exposure to humidity, the current I'_2 is lower than $2 I'_1$.

If I'_2 is greater than $2 I'_1$, but lower than $I'_1 + 40 \mu\text{A}$, the test is also passed if the phase angle between voltage and current is higher than 50° for tubes and 40° for rods.

In no case, shall I'_2 be greater than $I'_1 + 40 \mu\text{A}$.

SECTION FOUR – ROUTINE TEST AND SAMPLING TESTS

11. Routine test

All tubes or rods shall be subjected to a routine test as follows:

- visual inspection;
- dielectrical test.

During the dielectrical test, carried out in accordance with IEC Publication 60, the tubes or rods shall be subjected to an alternating voltage of 100 kV r.m.s. at power frequency applied between electrodes 30 cm apart for 1 min.

The test arrangement shall be as given in Appendix D.

The test piece shall fulfil the following requirements:

- no flashover, no sparkover or puncture;
- no visual sign of tracking or erosion on the surface;
- no perceptible temperature rise.

By agreement between manufacturer and purchaser equivalent test arrangements, test voltages, electrode width and distance and testing durations may be used.

12. Essais sur prélèvement

Les essais sur prélèvement suivants sont à effectuer sur les lots de tubes ou de tiges fournis:

- contrôle dimensionnel;
- essai mécanique.

Chaque tube ou chaque tige à vérifier est soumis à un essai de flexion dans les conditions décrites au paragraphe 9.1, avec une charge maximale de Fd . La flèche doit être mesurée pour les charges de $\frac{Fd}{3}$, $\frac{2Fd}{3}$ et Fd .

Le rapport charge/flèche (N/mm) est déterminé à des fins de comparaison aux valeurs précédentes et suivantes.

Pour les tubes, l'essai est répété après rotation de 90°. La différence entre les flèches ne doit pas excéder 15%. Tout tube ou toute tige, donnant une valeur f non conforme à celle qui a été prescrite, est rejeté.

Après accord entre le fabricant et l'acheteur, l'essai sur prélèvement peut comprendre tout ou partie des essais décrits dans la section trois.

13. Essais complémentaires non précisés

A la demande de l'acheteur, des essais complémentaires, non prévus dans la présente norme, peuvent être effectués sur la totalité ou sur une partie du lot des tubes ou tiges livrés.

SECTION CINQ - CLAUSES PARTICULIÈRES

14. Marquage

Chaque tube ou tige doit porter au moins les renseignements suivants:

- nom du fabricant ou marque déposée;
- référence de type;
- date de fabrication (année et, si possible, mois);
- numéro de publication de la norme de la CEI.

Le marquage ne doit pas nuire aux performances du tube ou de la tige. Si une marque détachable est utilisée, les performances des tubes ou des tiges ne doivent pas être affectées par son retrait.

15. Modification

Pendant l'exécution d'une commande, le fabricant ne peut apporter de modification qui pourrait entraîner un changement des caractéristiques du produit délivré, sans en avoir obtenu l'accord de l'acheteur.

Les essais de type doivent être refaits en totalité ou en partie, en cas de modification quelconque de l'une des caractéristiques, sauf accord contraire entre fabricant et acheteur.

Dans ce cas, la référence de type doit être changée et de nouveaux échantillons doivent être soumis à la qualification.

16. Acceptation

Si, au cours des contrôles et des essais d'acceptation, la qualité et les caractéristiques du matériel se révèlent inférieures aux conditions prescrites dans la présente norme, l'acheteur se réserve le droit de refuser le lot de tubes ou de tiges livrés.

12. Sampling tests

Sampling tests as follows shall be carried out on the batch of tubes or rods delivered:

- dimensional check;
- mechanical test.

Each tube or rod shall be subjected to a deflection test as described in Sub-clause 9.1, with a maximum loading of Fd . Deflection shall be recorded at loads of $\frac{Fd}{3}$, $\frac{2Fd}{3}$ and Fd .

The load/deflection ratio (N/mm) shall be recorded for comparison with subsequent or previous readings.

For tubes, the test shall be repeated with the tube rotated through 90°. The difference in deflection shall not exceed 15%. Any tube or rod not complying with the specified value of f shall be rejected.

By agreement between manufacturer and purchaser the sampling test may comprise all or part of the tests described in Section Three.

13. Additional tests not indicated

At the request of the purchaser, additional tests not indicated in this standard may be carried out on the whole or on part of the batch of tubes or rods delivered.

SECTION FIVE - SPECIAL CLAUSES

14. Marking

Each tube or rod shall carry at least the following information:

- name or trade mark of the manufacturer;
- type reference;
- date of manufacture (year and, if possible, month);
- publication number of IEC standard.

The marking shall not affect the performance of the tube or rod. If a removable label is used the performance shall not be affected by its removal.

15. Modification

Within the duration of any one purchase order, the manufacturer should not carry out modifications which could change the material characteristics without obtaining the purchaser's approval.

The type tests shall be carried out once more in full or in part in case of any modification of the characteristics, unless otherwise agreed upon between manufacturer and purchaser.

In this case the type reference shall be changed and new samples shall be submitted for qualification.

16. Acceptance

If, during the course of the checks and acceptance tests, the quality or performance of the equipment is shown not to meet the conditions prescribed herein, the purchaser reserves the right to refuse the batch of tubes or rods delivered.

ANNEXE A

ESSAIS DIÉLECTRIQUES AVANT ET APRÈS CONDITIONNEMENT HUMIDE

APPENDIX A

DIELECTRICAL TESTS BEFORE AND AFTER EXPOSURE TO HUMIDITY

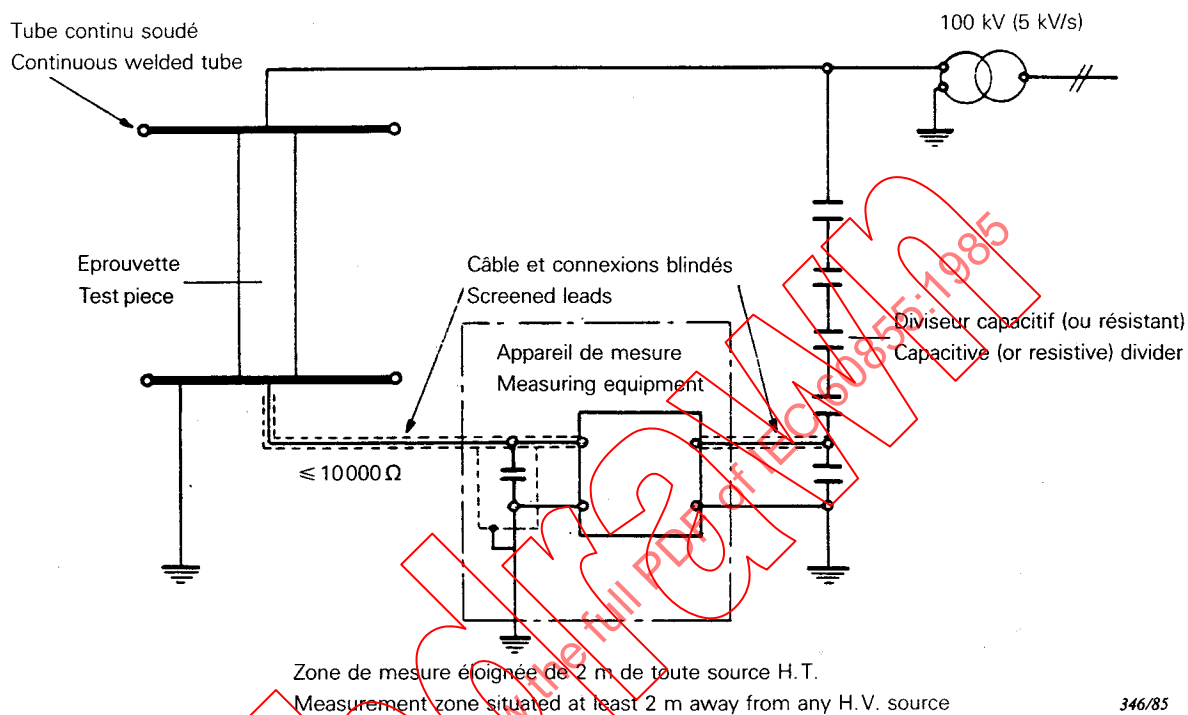


FIG. A1. - Exemple type de montage d'essai.
Typical test arrangement.

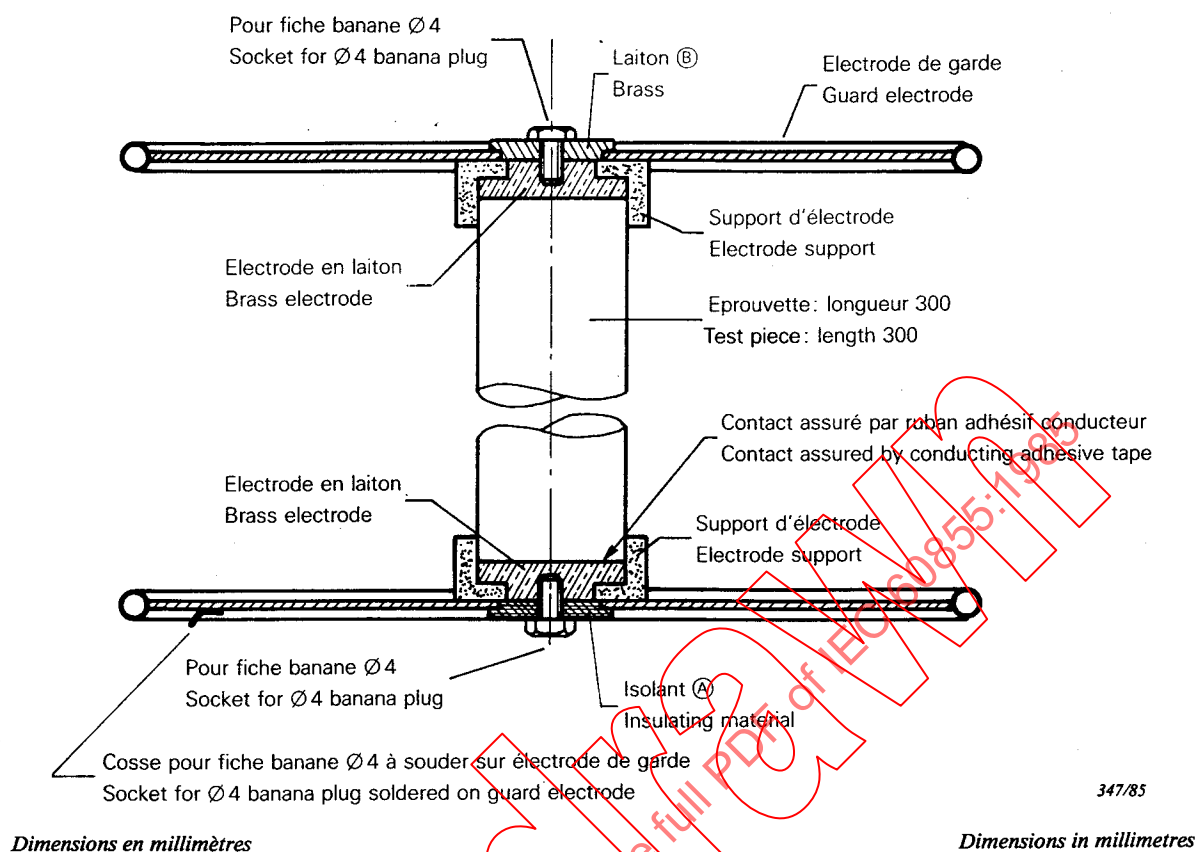


FIG. A2. – Schéma de montage.
Assembly diagram.

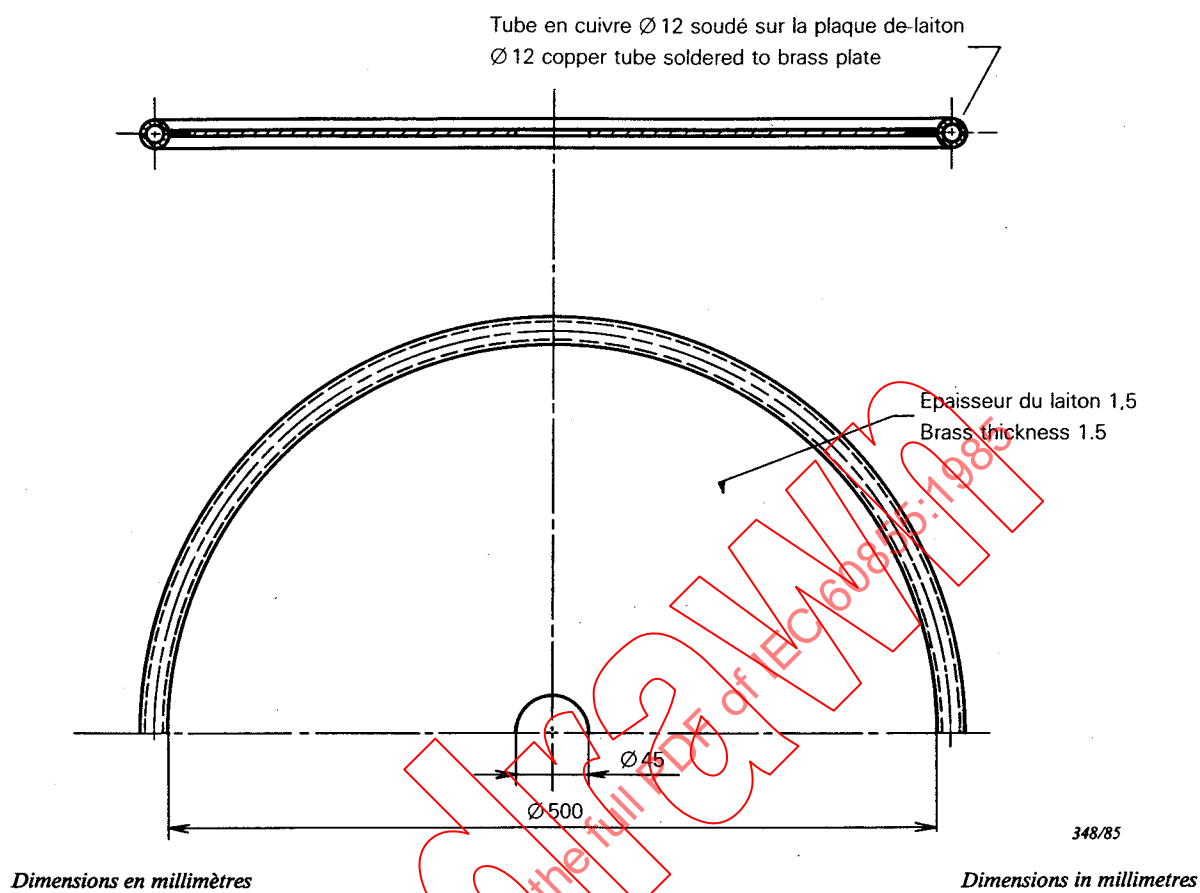
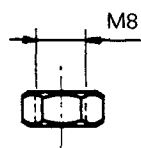
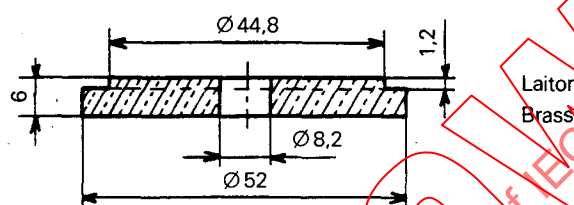
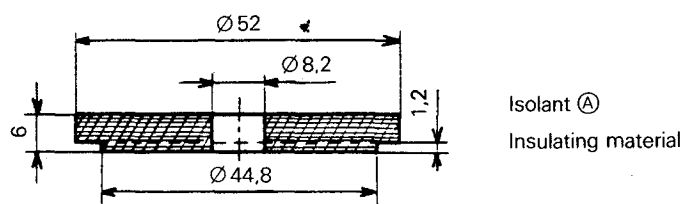
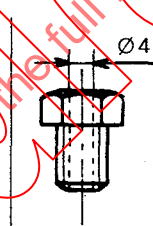


FIG. A3. - Plan d'exécution des électrodes de garde (deux exemplaires requis).
Constructional drawing for guard electrodes (two required).



2 écrous M8 en laiton
pour tiges
2 x M8 brass nuts for
rods



2 vis M8-10 laiton
percées à Ø 4 pour tubes
2 x M8-10 brass screws
with Ø 4 holes for tubes

349/85

Dimensions en millimètres

Dimensions in millimetres

FIG. A4. — Plan d'exécution des accessoires pour électrode de garde — Pièces (A) et (B).
Constructional drawing for guard electrode — Parts (A) and (B).