

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
1235**

Première édition
First edition
1993-08

**Travaux sous tension –
Tubes creux isolants pour travaux électriques**

**Live working –
Insulating hollow tubes for electrical purposes**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 1235: 1993

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
1235**

Première édition
First edition
1993-08

**Travaux sous tension –
Tubes creux isolants pour travaux électriques**

**Live working –
Insulating hollow tubes for electrical purposes**

© CEI 1993 Droits de reproduction réservés — Copyright — all rights reserved

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

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

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembe Genève, Suisse



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

U

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 tant adéquats, assurent la santé et la sécurité au travail ainsi que la protection de l'environnement. En conséquence, un solvant adéquat a été identifié pour remplacer le trichloro-1,1,2-trifluoro-1,2,2-éthane (aussi connu sous les appellations trifluorotrichloroéthane, Freon et Réfrigérant 113), utilisé auparavant.

Page 16

9.1.1 Conditions générales d'essai

Première alinéa, deuxième ligne

Au lieu de:

du trifluorotrichloroéthane ($\text{CF}_2\text{ClCFCl}_2$)

lire:

de l'isopropanol ($\text{CH}_3\text{-CH(OH)-CH}_3$)

Ajouter 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 20

9.2.1 Conditions générales d'essai

Premier alinéa, deuxième ligne

Au lieu de:

du trifluorotrichloroéthane

lire:

de l'isopropanol ($\text{CH}_3\text{-CH(OH)-CH}_3$)

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 17

9.1.1 General test conditions

First paragraph, second line

Instead of:

a trifluorotrichloroethane solution
($\text{CF}_2\text{ClCFCl}_2$)

read:

isopropanol ($\text{CH}_3\text{-CH(OH)-CH}_3$)

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 21

9.2.1 General test conditions

First paragraph, second line

Instead of:

a trifluorotrichloroethane solution

read:

isopropanol ($\text{CH}_3\text{-CH(OH)-CH}_3$)

CEI 61235
(Première édition – 1993)

**Travaux sous tension –
Tubes creux isolants pour travaux
électriques**

IEC 61235
(First edition – 1993)

**Live working –
Insulating hollow tubes for electrical
purposes**

CORRIGENDUM 2

Page 2

SOMMAIRE

Paragraphe 3.2

Au lieu de:

... selon la CEI 410

lire:

... selon la CEI 61318

Page 8

2 Références normatives

Supprimer:

CEI 410:1973, *Plans et règles d'échantillonnage pour les contrôles par attributs*

Ajouter les publications suivantes:

CEI 61318:1994, *Travaux sous tension – Guide pour les plans d'assurance de la qualité*

ISO 2859-1:1999, *Règles d'échantillonnage pour les contrôles par attributs – Partie 1: Procédures d'échantillonnage pour les contrôles lot par lot, indexés d'après le niveau de qualité acceptable (NQA)*

Page 10

3.2 Termes définis selon la CEI 410

Au lieu de:

... selon la CEI 410

Page 3

CONTENTS

Subclause 3.2

Instead of:

... in accordance with IEC 410

read:

... in accordance with IEC 61318

Page 9

2 Normative references

Delete:

IEC 410:1973, *Sampling plans and procedures for inspection by attributes*

Add the following publications:

IEC 61318:1994, *Live working – Guidelines for quality assurance plans*

ISO 2859-1:1999, *Sampling procedures for inspection by attributes – Part 1: Sampling schemes indexed by acceptance quality limit (AQL) for lot-by-lot inspection*

Page 11

3.2 Terms defined in accordance with IEC 410

Instead of:

... in accordance with IEC 410

lire:

... selon la CEI 61318

3.2.1 d faut mineur

Au lieu de:

(voir 2.1.3).

lire:

(voir 2.6 de la CEI 61318).

3.2.2 d faut majeur

Au lieu de:

(voir 2.1.2).

lire:

(voir 2.5 de la CEI 61318).

3.2.3 d faut critique

Au lieu de:

(voir 2.1.1).

lire:

(voir 2.4 de la CEI 61318).

Page 48

Annexe E

E.1 Généralités

Premier alinéa

Au lieu de:

... sur la CEI 410.

lire:

... sur l'ISO 2859-1.

May 2000

read:

... in accordance with IEC 61318

3.2.1 minor defect

Instead of:

(see 2.1.3).

read:

(see 2.6 of IEC 61318).

3.2.2 major defect

Instead of:

(see 2.1.2).

read:

(see 2.5 of IEC 61318).

3.2.3 critical defect

Instead of:

(see 2.1.1).

read:

(see 2.4 of IEC 61318).

Page 49

Annex E

E.1 General

First paragraph

Instead of :

... on IEC 410.

read:

... on ISO 2859-1.

May 2000

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61235:1993

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	6

Articles

SECTION 1: GÉNÉRALITÉS

1	Domaine d'application	8
2	Références normatives	8
3	Définitions	8
3.1	Termes définis selon la CEI 50(151)	8
3.2	Termes définis selon la CEI 410	10
3.3	Définitions de termes spéciaux	10
4	Classification	10
4.1	Catégorie mécanique	10
4.2	Catégorie électrique	10

SECTION 2: CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

5	Matériaux	12
6	Diamètre des tubes	12

SECTION 3: ESSAIS DE TYPE

7	Généralités	14
8	Contrôles visuel et dimensionnel	16
8.1	Contrôle visuel	16
8.2	Contrôle dimensionnel	16
9	Essais diélectriques	16
9.1	Essais diélectriques avant et après conditionnement humide	16
9.2	Essai diélectrique sous pluie	20
10	Essais mécaniques	22
10.1	Essais de flexion	22
10.2	Essai de torsion	26
10.3	Essai d'écrasement	28
11	Essais de vieillissement mécanique	30
11.1	Essai de flexion	30
11.2	Essais diélectriques	30

CONTENTS

	Page
FOREWORD	7
Clause	
SECTION 1: GENERAL	
1 Scope	9
2 Normative references	9
3 Definitions	9
3.1 Terms defined in accordance with IEC 50(151)	9
3.2 Terms defined in accordance with IEC 410	11
3.3 Definitions of special terms	11
4 Classification	11
4.1 Mechanical category	11
4.2 Electrical category	11
SECTION 2: TECHNICAL CHARACTERISTICS	
5 Materials	13
6 Diameters of tubes	13
SECTION 3: TYPE TESTS	
7 General	15
8 Visual inspection and dimensional check	17
8.1 Visual inspection	17
8.2 Dimensional check	17
9 Dielectric tests	17
9.1 Dielectric tests before and after exposure to humidity	17
9.2 Dielectric wet test	21
10 Mechanical tests	23
10.1 Bending tests	23
10.2 Torsion test	27
10.3 Crushing test	29
11 Mechanical fatigue tests	31
11.1 Bending test	31
11.2 Dielectric tests	31

Articles

Pages

SECTION 4: ESSAIS DE SÉRIE ET ESSAIS SUR PRÉLÈVEMENT

12	Essais de série	32
13	Essais sur prélèvement	32
14	Essais complémentaires non précisés	32

SECTION 5: CLAUSES PARTICULIÈRES

15	Marquage	34
16	Modification	34
17	Acceptation	34

Annexes

A	Essais diélectriques avant et après conditionnement humide	36
B	Essai diélectrique sous pluie	42
C	Essais mécaniques	43
D	Essais de série	46
E	Procédure d'échantillonnage	48
F	Essais de réception	50

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61235:1993

SECTION 4: ROUTINE TESTS AND SAMPLING TESTS

12	Routine tests	33
13	Sampling tests	33
14	Additional tests not indicated	33

SECTION 5: SPECIAL CLAUSES

15	Marking	35
16	Modification	35
17	Acceptance	35

Annexes

A	Dielectric tests before and after exposure to humidity	36
B	Dielectric wet test	42
C	Mechanical tests	43
D	Routine tests	46
E	Sampling procedure	49
F	Acceptance tests	51

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61235:1993

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

TRAVAUX SOUS TENSION – TUBES CREUX ISOLANTS POUR TRAVAUX ÉLECTRIQUES

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO) selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par les comités d'études 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.
- 3) Ces décisions constituent des recommandations internationales publiées sous forme de normes, de rapports techniques ou de guides et agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.

La Norme internationale CEI 1235 a été établie par le comité d'études 78 de la CEI: Outils pour travaux sous tension.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

DIS	Rapport de vote	Amendement au DIS	Rapport de vote
78(BC)45	78(BC)57	78(BC)60	78(BC).71

Les rapports de vote indiqués dans le tableau ci-dessus donnent toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

Les annexes A à E font partie intégrante de cette norme.

L'annexe F est donnée uniquement à titre d'information.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**LIVE WORKING –
INSULATING HOLLOW TUBES FOR ELECTRICAL PURPOSES**

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international cooperation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) 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.
- 3) They have the form of recommendations for international use published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.

International Standard IEC 1235 has been prepared by IEC technical committee 78: Tools for live working.

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

DIS	Report on voting	Amendment to DIS	Report on voting
78(CO)45	78(CO)57	78(CO)60	78(CO)71

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

Annexes A to E form an integral part of this standard

Annex F is for information only.

TRAVAUX SOUS TENSION – TUBES CREUX ISOLANTS POUR TRAVAUX ÉLECTRIQUES

SECTION 1: GÉNÉRALITÉS

1 Domaine d'application

Cette norme internationale s'applique aux tubes creux isolants réalisés en matériaux synthétiques et destinés à la fabrication d'outils et de matériels pour travaux sur réseaux de tension de service au-dessus de 1 kV.

Des normes techniques particulières séparées donnent le détail des essais des embouts et outils adaptables montés sur partie terminale ou sur outils complets en tube creux.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente norme internationale. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 50(151): 1978, *Vocabulaire Electrotechnique International – Chapitre 151: Dispositifs électriques et magnétiques*

CEI 60-1: 1989, *Techniques des essais à haute tension – Première partie: Définitions et prescriptions générales relatives aux essais*

CEI 212: 1971, *Conditions normales à observer avant et pendant les essais de matériaux isolants électriques solides*

CEI 410: 1973, *Plans et règles d'échantillonnage pour les contrôles par attributs*

CEI 743: 1983, *Terminologie pour l'outillage et le matériel à utiliser dans les travaux sous tension*

3 Définitions

Pour les besoins de la présente norme internationale, les définitions suivantes s'appliquent.

3.1 Termes définis selon la CEI 50(151)

3.1.1 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]

3.1.2 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]

LIVE WORKING – INSULATING HOLLOW TUBES FOR ELECTRICAL PURPOSES

SECTION 1: GENERAL

1 Scope

This International Standard is applicable to insulating hollow tubes made of synthetic materials and intended for tools and equipment for work on systems operating at voltages above 1 kV.

Separate special technical standards give details of tests for fittings and attachments to these hollow tube terminal parts or complete tools.

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this International Standard. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this International Standard are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 50(151): 1978, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 151: Electrical and magnetic devices*

IEC 60-1: 1989, *High-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements*

IEC 212: 1971, *Standard conditions for use prior to and during the testing of solid electrical insulating materials*

IEC 410: 1973, *Sampling plans and procedures for inspection by attributes*

IEC 743: 1983, *Terminology for tools and equipment to be used in live working*

3 Definitions

For the purposes of this International Standard, the following definitions apply.

3.1 Terms defined in accordance with IEC 50(151)

3.1.1 type test: A test performed on one or more devices made to a certain design to show that the design meets certain specifications. [IEV 151-04-15]

3.1.2 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]

3.1.3 essai (de série) sur prélèvement: Essai effectué sur un certain nombre de dispositifs prélevés au hasard dans un lot. [VEI 151-04-17]

3.1.4 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]

3.2 Termes définis selon la CEI 410

3.2.1 défaut mineur: Un défaut qui ne réduira vraisemblablement pas beaucoup la possibilité d'utilisation de l'individu pour le but qui lui est assigné ou qui traduit, par rapport aux normes établies, une divergence n'entraînant pas de conséquences appréciables sur l'utilisation ou le fonctionnement efficace de l'individu (voir 2.1.3).

3.2.2 défaut majeur: Un défaut qui, sans être critique, risque de provoquer une défaillance ou de réduire de façon importante la possibilité d'utilisation de l'individu pour le but qui lui est assigné (voir 2.1.2).

3.2.3 défaut critique: Un défaut qui, d'après le jugement et l'expérience, est susceptible de conduire à un manque de sécurité ou à des risques d'accidents pour les utilisateurs, le personnel d'entretien ou ceux qui dépendent de l'individu en question, ou bien un défaut qui, d'après le jugement et l'expérience, pourrait empêcher l'accomplissement de la fonction d'un produit final plus important (voir 2.1.1).

3.3 Définitions de termes spéciaux

3.3.1 tube renforcé: Tube spécialement conçu pour supporter des contraintes mécaniques importantes, et habituellement réalisé en matériau particulier tel que de la fibre de verre.

3.3.2 tube standard: Tube pouvant être soumis occasionnellement à des sollicitations mécaniques et capable de retrouver son état d'origine de par la nature du matériau lui-même.

3.3.3 tube léger: Tube ni conçu ni fabriqué pour supporter des contraintes mécaniques autres que son propre poids.

4 Classification

4.1 Catégorie mécanique

Les tubes creux sont classés en trois catégories, selon leurs caractéristiques mécaniques.

Ces catégories sont désignées par les termes: tube renforcé, tube standard et tube léger.

Chacune de ces catégories doit satisfaire aux essais diélectriques spécifiées dans cette norme.

4.2 Catégorie électrique

Il n'y a qu'une seule catégorie électrique.

Les propriétés électriques doivent être les mêmes pour les trois catégories mécaniques.

NOTE - Il est recommandé d'utiliser ces tubes creux dans des zones ayant une température ambiante comprise entre $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ à $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$.

3.1.3 sampling test: A test on a number of devices taken at random from a batch. [IEV 151-04-17]

3.1.4 acceptance test: A contractual test to prove to the customer that the device meets certain conditions of its specification. [IEV 151-04-20]

3.2 *Terms defined in accordance with IEC 410*

3.2.1 minor defect: A defect that is not likely to reduce materially the usability of the unit of product for its intended purpose, or is a departure from established standards having little bearing on the effective use or operation of the unit (see 2.1.3).

3.2.2 major defect: A defect, other than critical, that is likely to result in failure, or to reduce materially the usability of the unit of product for its intended purpose (see 2.1.2).

3.2.3 critical defect: A defect that judgment and experience indicate is likely to result in hazardous or unsafe conditions for individuals using, maintaining or depending upon the product; or a defect that judgment and experience indicate is likely to prevent performance of the function of a major end item (see 2.1.1).

3.3 *Definitions of special terms*

3.3.1 reinforced tube: Tube which is especially designed in order to resist important mechanical strain, usually made of specific materials such as fibreglass.

3.3.2 standard tube: Tube which may be submitted occasionally to mechanical loading and should be able to self-restore by the nature of the material itself.

3.3.3 light tube: Tube which has not been designed and manufactured to resist mechanical stresses except its own weight.

4 **Classification**

4.1 *Mechanical category*

Hollow tubes are classified in three categories according to their mechanical characteristics.

These categories are: reinforced tube, standard tube and light tube.

In all three cases, the tubes shall comply with dielectric tests specified in this standard.

4.2 *Electrical category*

There is only one electrical category.

The electrical properties shall be the same for the three mechanical categories.

NOTE - Hollow tubes should be used in areas having ambient temperature between $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ and $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$.

SECTION 2: CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

5 Matériaux

Les tubes creux sont réalisés en matériaux isolants tels que des matériaux synthétiques éventuellement renforcés de fibres minérales ou artificielles.

6 Diamètre des tubes

Tous les diamètres sont compris entre 10 mm et 100 mm et les diamètres préférentiels sont donnés au tableau 1.

Tableau 1 – Diamètres préférentiels

Diamètre extérieur mm	Tolérance mm
10*	±0,5
15*, 19	±1
25, 32, 39, 51, 64*, 77*	±1,5
100*	±2,5
* Les valeurs d'essais mécaniques pour ces tubes sont à l'étude.	

SECTION 2: TECHNICAL CHARACTERISTICS

5 Materials

Hollow tubes shall be made of insulating material such as synthetic materials which may be reinforced with mineral or artificial fibres.

6 Diameters of tubes

All diameters are included between 10 mm and 100 mm and preferred diameters are given in table 1.

Table 1 – Preferred diameters

External diameter mm	Tolerance mm
10*	±0,5
15*, 19	±1
25, 32, 39, 51, 64*, 77*	±1,5
100*	±2,5
* Mechanical test values for these diameters are under consideration.	

SECTION 3: ESSAIS DE TYPE

7 Généralités

Afin d'obtenir l'agrément de son produit, le fabricant doit présenter:

- 10 longueurs de 3 m pour les tubes de diamètre supérieur ou égal à 19 mm;
- 10 longueurs de 2,5 m pour les tubes de diamètre inférieur à 19 mm,
- qui seront conservés par le client 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 2.

Un lot est constitué de tubes de même diamètre et de même catégorie.

Tableau 2 – Nombre de longueurs de tubes nécessaires aux essais

Essai	Article	Tube de diamètre ≥ 19 mm			Tube de diamètre < 19 mm		
		Lot 1	Lot 2	Lot 3	Lot 1	Lot 2	Lot 3
Contrôle visuel et dimensionnel	8	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 électrique	9.1	3 de 0,3 m			3 de 0,3 m		
Essai sous pluie	9.2		3 de 1,2 m			3 de 1,2 m	
Essai de flexion	10.1	3 de 2,5 m			3 de 2 m		
Essai de torsion	10.2		3 de 1,2 m			3 de 1,2 m	
Essai d'écrasement	10.3		3 de 0,3 m**			3 de 0,1 m**	
Vieillessement mécanique	11			3 de 2,5 m			3 de 1,5 m
Modèle de référence	7		2 de 1 m*			2 de 1 m*	
* Ces deux éprouvettes doivent être mises de côté sans subir aucun essai afin qu'elles puissent servir de modèles de référence. ** Selon 10.3, la longueur de l'éprouvette est de trois fois le diamètre nominal. Chaque essai est réalisé sur une éprouvette prélevée dans chacune des trois longueurs de tube du lot alloué à cet essai. Les tubes ne correspondant pas à un diamètre préférentiel sont essayés selon les modalités d'essai des tubes de diamètre préférentiel le plus proche après extrapolation, sauf en ce qui concerne les essais diélectriques décrits à l'article 9.							

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

SECTION 3: TYPE TESTS

7 General

To obtain approval for the product, the manufacturer shall provide:

- 10 lengths of 3 m for tubes of 19 mm diameter and larger;
- 10 lengths of 2,5 m for tubes with a diameter smaller than 19 mm,
- which will be retained by, or on behalf of, the customer.

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 2.

A batch shall be constituted of tubes of the same diameter and category.

Table 2 – Number of lengths of tubes required for tests

Test	Clause	Tube of diameter ≥ 19 mm			Tube of diameter < 19 mm		
		Batch 1	Batch 2	Batch 3	Batch 1	Batch 2	Batch 3
Visual inspection and dimensional check	8	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
Dielectric test	9.1	3 of 0,3 m			3 of 0,3 m		
Wet test	9.2		3 of 1,2 m			3 of 1,2 m	
Bending test	10.1	3 of 2,5 m			3 of 2 m		
Torsion test	10.2		3 of 1,2 m			3 of 1,2 m	
Crushing test	10.3		3 of 0,3 m**			3 of 0,1 m**	
Mechanical ageing	11			3 of 2,5 m			3 of 1,5 m
Reference specimen	7		2 of 1 m*			2 of 1 m*	
* These two test pieces shall be retained without undergoing any tests, so that they can be used as reference specimens. ** According to 10.3, the length of each test piece is three times its nominal diameter. Each test is carried out on a test piece taken from each of the three lengths of tube of the batch allocated to this test. Tubes that do not correspond to a preferred diameter shall be tested according to the test specifications for tubes of the nearest preferred diameter after extrapolation, except for the dielectric tests described in clause 9.							

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

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

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

8 Contrôles visuel et dimensionnel

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

8.1 Contrôle visuel

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

8.2 Contrôle dimensionnel

Les diamètres sont mesurés afin de vérifier la conformité des échantillons avec le diamètre retenu par le constructeur.

9 Essais diélectriques

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

- les contraintes diélectriques avant conditionnement humide (voir 9.1.2);
- les contraintes diélectriques après conditionnement humide (voir 9.1.3).

9.1 Essais diélectriques avant et après conditionnement humide

9.1.1 Conditions générales d'essai

Avant les essais diélectriques, on prépare chaque éprouvette en la nettoyant à l'extérieur et à l'intérieur 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, chacune de 300 mm de longueur, prélevées dans les tubes du lot 1, de manière à éviter l'utilisation de matériau situé à moins de 100 mm des extrémités.

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

Le conditionnement en atmosphère humide est effectué selon la CEI 212.

Les conditions du milieu ambiant du local d'essai sont celles des conditions atmosphériques normales du tableau 1 de la CEI 212, à une température comprise entre 18 °C et 28 °C.

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

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

8 Visual inspection and dimensional check

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

8.1 Visual inspection

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

8.2 Dimensional check

The diameters shall be measured to verify conformity of the samples with the diameter specified by the manufacturer.

9 Dielectric tests

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

- dielectric stress before exposure to humidity (see 9.1.2);
- dielectric stress after exposure to humidity (see 9.1.3).

9.1 Dielectric tests before and after exposure to humidity

9.1.1 General test conditions

Before dielectric testing, each test piece shall be prepared by cleaning outside and inside with a trifluorotrichlorethane 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 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 then be covered with conducting adhesive tape before each dielectric test. At the time of conditioning in a humid atmosphere, this conducting adhesive tape shall be removed.

Conditioning in a humid atmosphere shall be carried out in accordance with IEC 212.

The test location shall be at the standard atmospheric conditions of table 1, IEC 212, with a temperature range of 18 °C to 28 °C.

Le montage d'essai est conforme à la figure A.1 de l'annexe A. L'appareillage de mesure doit être éloigné d'au moins 2 m de l'électrode 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 1 m du sol environ, au moyen d'un support isolant. On applique une tension alternative à fréquence industrielle entre les électrodes, 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 (voir figure A.1, annexe A);
- tension (côté haute tension), en utilisant un diviseur approprié.

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

9.1.2 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 tension alternative de 50 kV efficace à fréquence industrielle appliquée entre électrodes, pendant 1 min.

Le courant maximal I_1 est relevé.

Ensuite, après que I_1 a été relevé, la tension doit être montée jusqu'à 100 kV efficace et être maintenue à cette valeur pendant 1 min.

L'éprouvette doit remplir les conditions suivantes:

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

9.1.3 Essai après conditionnement humide

Les éprouvettes sont placées dans une enceinte et subissent le conditionnement suivant:

168 h / 23 °C / 93 %, conformément au tableau 1 de la CEI 212.

Au terme de ces 168 h, les éprouvettes doivent rester dans une atmosphère à une humidité relative de 93 % et sont essayées dès leur retour à la température ambiante du local d'essais. Après un léger essuyage extérieur et intérieur de l'éprouvette au chiffon sec et non pelucheux, une tension efficace de 50 kV à fréquence industrielle est appliquée 1 min entre les électrodes.

Le courant I_2 et le déphasage φ_2 courant/tension sont mesurés dans les mêmes conditions que I_1 .

Puis la tension doit être montée jusqu'à 100 kV efficace et être maintenue à cette valeur pendant 1 min et les mêmes résultats qu'en 9.1.2 doivent être observés.

The test arrangement is shown in figure A.1 (annex A). The measuring equipment shall be at least 2 m from the HV electrode. The measuring leads, shunt and optional protective gap shall be shielded and earthed.

The test piece shall be mounted on an insulating support approximately 1 m above the ground plane. An alternating voltage at power frequency is applied between the electrodes, and the current passing through the test piece is measured (the guard electrode on the earth side is connected direct 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 (see figure A.1, annex A);
- 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.

9.1.2 Tests before exposure to humidity

After at least 24 h in the ambient atmosphere of the test area, a voltage of 50 kV r.m.s. at power frequency is applied for 1 min between the electrodes and the current I_1 is measured.

The maximum current I_1 is recorded.

Then after I_1 has been recorded, the voltage shall be increased until 100 kV r.m.s. and maintained for 1 min.

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.

9.1.3 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 1 of IEC 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 inside and outside with a dry, lint-free cloth a voltage of 50 kV r.m.s. at power frequency is applied for 1 min, between the electrodes.

The maximum current I_2 and phase angle ϕ_2 between current and voltage are measured under the same conditions as I_1 .

Then the voltage shall be increased to 100 kV r.m.s. and maintained for 1 min and the same results as in 9.1.2 shall be noted.

L'éprouvette doit être placée dans la même position par rapport à la masse. L'extrémité haute tension doit être la même pour les deux essais, avant et après conditionnement humide.

9.1.4 Résultats des essais

Les résultats sont considérés comme satisfaisants s'ils respectent les limites données au tableau 3.

Tableau 3 – Résultats des essais

A) Tension d'essai (kV efficace)	50 kV/30 cm/1 min	
Diamètre mm	≤32	>32
Courant I_1 (μA efficace) avant conditionnement humide	5	$I_1 = 0,16 \times \text{diamètre}$
Courant I_2 (μA efficace) après conditionnement humide	Soit $I_2 \leq 2 I_1$ soit $I_2 < I_1 + 20 \mu\text{A}$ et $\phi_2 > 30^\circ$ si $I_2 > 2 I_1^*$	
B) Tension d'essai (kV efficace)	50 kV/30 cm/1 min	
Résultats	- aucun contournement, aucun amorçage, aucune perforation; - aucune trace de cheminements ou d'érosion de la surface; - aucune élévation perceptible de température.	
* En aucun cas le courant I_2 ne doit être supérieur à $I_1 + 20 \mu\text{A}$.		

9.2 Essai diélectrique sous pluie

9.2.1 Conditions générales d'essai

Avant les essais diélectriques, on prépare chaque éprouvette en la nettoyant à l'intérieur et à l'extérieur avec du trifluorotrichloréthane et en la laissant sécher 15 min à l'air.

Ces essais s'effectuent sur trois éprouvettes de 1,20 m de longueur chacune, prélevées dans les tubes du lot 2, de manière à éviter l'utilisation de matériau à moins de 100 mm des extrémités. Les extrémités des éprouvettes restent ouvertes.

Les électrodes, constituées de fil de cuivre recuit ou d'aluminium, de 3 mm à 4 mm de diamètre, entourant l'éprouvette sur trois ou quatre tours, sont distantes de 1,00 m.

Les conditions du milieu ambiant du local d'essais sont celles des conditions atmosphériques normales de la CEI 212 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 B.1 et B.2 de l'annexe B. L'éprouvette doit être inclinée à 45°. On applique une tension de 100 kV efficace à fréquence industrielle entre les électrodes, selon la CEI 60-1, pendant 1 h.

The test piece shall be located in the same position in relation to earth. The high-voltage end of the test piece shall remain the same for both tests before and after exposure to humidity.

9.1.4 Test results

The results are considered acceptable if they comply with the limits given in table 3.

Table 3 – Test results

A) Test voltage (kV r.m.s.)	50 kV/30 cm/1 min	
Diameter mm	≤32	>32
Current I_1 (μA r.m.s.) before exposure to humidity	5	$I_1 = 0,16 \times \text{diameter}$
Current I_2 (μA r.m.s.) after exposure to humidity	Either $I_2 \leq 2 I_1$ or $I_2 < I_1 + 20 \mu\text{A}$ and $\varphi_2 > 30^\circ$ when $I_2 > 2 I_1^*$	
B) Test voltage (kV r.m.s.)	50 kV/30 cm/1 min	
Results	– no flashover, no sparkover or puncture; – no visual sign of tracking or erosion on the surface; – no perceptible temperature rise.	
* The current I_2 shall never be greater than $I_1 + 20 \mu\text{A}$.		

9.2 Dielectric wet test

9.2.1 General test conditions

Before dielectric testing, each test piece shall be prepared by cleaning inside and outside with a trifluorotrichlorethane solution and then allowed to dry for 15 min.

These tests shall be carried out on three test pieces, each 1,20 m long, which are cut from tubes of batch no. 2 in such a way as to avoid the use of material within 100 mm of the end. The ends of the test pieces shall remain open.

The electrodes, made with three or four turns of soft copper or 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 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 B.1 and B.2 of annex B. 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 for a period of 1 h in accordance with IEC 60-1.

9.2.2 Caractéristiques d'aspersion

L'essai sous pluie s'effectue conformément aux modalités révisées des essais sous pluie décrits dans la CEI 60-1:

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

Conformément aux prescriptions de la publication précitée, l'éprouvette sera aspergée avant la mise sous tension pendant une durée de 15 min.

9.2.3 Résultats des essais

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

- aucun contournement, aucun amorçage, aucune perforation;
- aucune trace de cheminement ou d'érosion de la surface, ni sur la surface interne, ni sur la surface externe;
- aucune élévation perceptible de température.

10 Essais mécaniques

Ces essais sont effectués pour mesurer les possibilités de tenue des tubes à la flexion, la torsion et l'écrasement.

Selon leurs catégories (renforcé, standard, léger) les éprouvettes subiront les essais indiqués dans les tableaux 4 à 9.

Comme l'indique l'article 7, chaque essai est effectué sur trois éprouvettes. Les conditions du milieu ambiant du local d'essais sont celles des conditions atmosphériques normales de la CEI 212, à une température comprise entre 10 °C et 28 °C (voir note de la CEI 212).

10.1 Essais de flexion

Cet essai s'effectue sur trois éprouvettes du lot n° 1. Un tube de 2,5 m de longueur est placé entre deux appuis constitués de poulies à gorge (figures C.1 et C.2, annexe C), dont la distance entre axes est donnée dans les tableaux 4, 5 ou 6, selon la catégorie.

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.

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

La force F est augmentée progressivement en au plus 15 s et la flèche f 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 f relevée 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 dans les tableaux 4, 5 ou 6.

9.2.2 *Wet conditions*

The wet test is carried out in accordance with the revised wet-test procedure described in IEC 60-1:

- average precipitation rate: 1,0 mm/min to 1,5 mm/min;
- resistivity of collected water corrected to 20 °C: $100 \, \Omega \cdot \text{m} \pm 15 \, \Omega \cdot \text{m}$ or $(100 \pm 15) \, \Omega \cdot \text{m}$.

As required in the above-mentioned publication, the test object shall be pre-wetted before voltage application for a period of 15 min.

9.2.3 *Test results*

The test shall fulfil the following requirements:

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

10 **Mechanical tests**

These tests measure the ability of the tubes to withstand bending, torsion and crushing.

According to their categories (reinforced, standard, light), the test pieces shall be tested as indicated in tables 4 to 9.

As indicated in clause 7, each test is made on three test pieces. The test location shall be at the standard atmospheric conditions of IEC 212, with a temperature range of 10 °C to 28 °C (see note of IEC 212).

10.1 *Bending tests*

This test is carried out on three test pieces from batch no. 1. A tube 2,5 m long is placed between two supports consisting of pulleys (figures C.1 and C.2, annex C), with the distance between the axes given in tables 4, 5 or 6, according to the category.

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

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

The applied force F is continuously increased within 15 s and the deflection f is measured for the loads $\frac{F_d}{3}$, $\frac{2F_d}{3}$ and F_d , these having been maintained for 30 s.

The difference between the deflections f measured for $\frac{F_d}{3}$ and $\frac{2F_d}{3}$, and for $\frac{2F_d}{3}$ and F_d , shall be less than the value of f indicated in tables 4, 5 or 6.

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 mesurée lors de l'application de la force F_d .

Le tube 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 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 donnée dans les tableaux 4, 5 et 6 selon la catégorie que l'on maintient pendant 30 s. On ne doit pas constater de signe de détérioration.

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

Le tableau 4 donne les valeurs de F_d , f et F_r pour les tubes appartenant à la catégorie renforcée; le tableau 5 pour la catégorie standard; et le tableau 6 pour la catégorie légère.

Si le tube à essayer n'a pas un diamètre préférentiel, il faut utiliser les valeurs du tableau correspondant au diamètre préférentiel le plus proche (inférieur ou supérieur selon le cas) à l'exception des forces F_d et F_r qui doivent être extrapolés.

Tableau 4 – Catégorie renforcée
Valeurs de F_d , f et F_r pour essai de flexion

Diamètre extérieur du tube mm	Distance entre appuis mm	F_d N	f mm	F_r N	Longueur de l'éprouvette mm
19	700	500	15	1 000	2,5
25	1 100	600	25	1 200	2,5
32	1 500	1 100	35	2 200	2,5
39	2 000	1 500	50	3 000	2,5
51	2 000	3 200	45	6 400	2,5

Tableau 5 – Catégorie standard
Valeurs de F_d , f et F_r pour essai de flexion

Diamètre extérieur du tube mm	Distance entre appuis mm	F_d N	f mm	F_r N	Longueur de l'éprouvette m
19	700	170	15	340	2,5
25	1 100	200	25	400	2,5
32	1 500	400	35	800	2,5
39	2 000	500	50	1 000	2,5
51	2 000	1 100	45	2 200	2,5

This force is then removed gradually 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 F_d .

The tube 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 F_d shall be compared with that for the first test. With the tube placed in the position for which the total deflection was the greatest, the force is then re-applied and progressively increased, under the same conditions as above, up to the value F_r given in tables 4, 5 and 6 according to the category, 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 4 gives the values of F_d , f and F_r for tubes belonging to category reinforced; table 5 for category standard and table 6 for category light.

If the tube to be tested does not have a preferred diameter, the values of the table corresponding to the nearest preferred diameter (smaller or larger, according to the tube in question) shall be used except for forces F_d and F_r which shall be extrapolated.

Table 4 – Category reinforced
Values of F_d , f and F_r for bending test

External diameter of tube mm	Distance between supports mm	F_d N	f mm	F_r N	Length of test piece mm
19	700	500	15	1 000	2,5
25	1 100	600	25	1 200	2,5
32	1 500	1 100	35	2 200	2,5
39	2 000	1 500	50	3 000	2,5
51	2 000	3 200	45	6 400	2,5

Table 5 – Category standard
Values of F_d , f and F_r for bending test

External diameter of tube mm	Distance between supports mm	F_d N	f mm	F_r N	Length of test piece mm
19	700	170	15	340	2,5
25	1 100	200	25	400	2,5
32	1 500	400	35	800	2,5
39	2 000	500	50	1 000	2,5
51	2 000	1 100	45	2 200	2,5

Tableau 6 – Catégorie légère
Valeurs de F_d , f et F_r pour essai de flexion

Diamètre extérieur du tube mm	Distance entre appuis mm	F_d N	f mm	F_r N	Longueur de l'éprouvette mm
19	700	60	15	120	2,5
25	1 100	70	25	140	2,5
32	1 500	130	35	260	2,5
39	2 000	160	50	320	2,5
51	2 000	400	45	800	2,5

10.2 Essai de torsion

L'essai de torsion s'effectue sur trois éprouvettes de 1,2 m, 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 (voir figure C.3, annexe C).

On augmente le couple progressivement en une durée d'au plus 15 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. Le tableau 7 donne les valeurs définies pour C_d , α_d et C_r pour les tubes appartenant aux catégories renforcée et standard et le tableau 8 pour les tubes appartenant à la catégorie légère.

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°.

On recommence, comme ci-dessus, à exercer un couple croissant jusqu'à C_r , donné dans les tableaux 7 et 8 selon la catégorie, 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.

Si le tube à essayer n'a pas un diamètre préférentiel, il faut utiliser les valeurs du tableau correspondant au diamètre le plus proche (inférieur ou supérieur selon le cas) à l'exception des couples C_d et C_r qui doivent être extrapolés.

Tableau 7 – Catégories renforcée et standard
Valeurs de C_d , α_d et C_r pour essai de torsion

Diamètre extérieur du tube mm	C_d N • m	α_d degrés	C_r N • m
19	6	45	12
25	16	45	32
32	40	35	80
39	80	40	160
51	120	12	240

Table 6 – Category light
Values of F_d , f and F_r for bending test

External diameter of tube mm	Distance between supports mm	F_d N	f mm	F_r N	Length of test piece mm
19	700	60	15	120	2,5
25	1 100	70	25	140	2,5
32	1 500	130	35	260	2,5
39	2 000	160	50	320	2,5
51	2 000	400	45	800	2,5

10.2 Torsion test

This test shall be 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 (see figure C.3, annex C).

The applied torque shall be increased continuously within 15 s up to the value C_d , which is the torque for which neither audible nor visible defects shall be observed. At this value, the angular deflection measured after a 30 s application of the torque shall be less than the corresponding angle, α_d . Table 7 gives the specified values of C_d , α_d and C_r for tubes belonging to categories reinforced and standard, and table 8 for tubes belonging to category light.

The torques shall then be removed and, after 1 min, the residual angle of deflection is measured. The angle shall be less than 1° .

An increasing torque shall then be re-applied, as above, up to a value of C_r , given in tables 7 and 8 according to the category, and maintained for 30 s. There shall be no sign of failure.

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

If the tube to be tested does not have a preferred diameter, the values of the table corresponding to the nearest preferred diameter (smaller or larger according to the tube in question) shall be used except for torques C_d and C_r which shall be extrapolated).

Table 7 – Categories reinforced and standard
Values of C_d , α_d and C_r for torsion test

External diameter of tube mm	C_d N · m	α_d degrees	C_r N · m
19	6	45	12
25	16	45	32
32	40	35	80
39	80	40	160
51	120	12	240

Tableau 8 – Catégorie légère
Valeurs de C_d , α_d et C_r pour essai de torsion

Diamètre extérieur du tube mm	C_d N . m	α_d degrés	C_r N . m
19	4	45	8
25	12	45	24
32	30	35	60
39	50	40	100
51	80	12	160

10.3 Essai d'écrasement

Cet essai n'est pas requis pour les tubes de catégorie légère.

L'essai est réalisé sur trois éprouvettes du lot n° 2, la longueur de chaque éprouvette étant égale à trois fois son diamètre. L'éprouvette doit être placée entre deux plaques rigides, planes, parallèles, puis comprimée (voir figure C.4, annexe C). La longueur des plaques doit être au moins égale à la longueur de l'éprouvette, plus 20 mm.

Les plaques sont ensuite rapprochées à une vitesse constante égale à 2 mm/min.

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

Deux valeurs de F sont à prendre en considération:

- $F = F_c$: valeur minimale de F à laquelle apparaît la première discontinuité de la courbe. Ceci correspond à une diminution telle que $\Delta F \geq 0,01 F_d$.
- $F = F_i$: valeur maximale de F enregistrée pendant les trois premières minutes de l'essai pour des tubes de 19 mm du diamètre et plus et pendant les 90 premières secondes pour des tubes de diamètre inférieur à 19 mm.

Les valeurs mesurées de F_c et F_i doivent être plus élevées que celles spécifiées dans le tableau 9 ci-dessous.

NOTE - Si le tube à essayer n'a pas un diamètre préférentiel, il faut utiliser les valeurs du tableau correspondant au diamètre préférentiel le plus proche (inférieur ou supérieur selon le cas) à l'exception des forces F_c et F_i qui doivent être extrapolées.

Tableau 9 – Valeurs de F_c et F_i pour essai d'écrasement

Diamètre nominal mm	Tubes renforcés		Tubes standards	
	F_c N	F_i N	F_c N	F_i N
19	235	470	150	300
25	325	650	210	420
32	700	1 400	450	900
39	1 650	3 300	1 100	2 200
51	3 000	6 000	2 000	4 000

Table 8 – Category light
Values of C_d , α_d and C_r for torsion test

External diameter of tube mm	C_d N . m	α_d degrees	C_r N . m
19	4	45	8
25	12	45	24
32	30	35	60
39	50	40	100
51	80	12	160

10.3 Crushing test

This test is not required for tubes of light category.

This test is carried out on three test pieces from batch no. 2, the length of each test piece being equal to three times its nominal diameter. The test piece shall be laid between smooth, flat, parallel, rigid plates and compressed (see figure C.4, annex C). The length of the plates shall be at least equal to the test piece 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:

- $F = F_c$: minimum value where the first discontinuity of the curve occurs. This corresponds to a loss of $\Delta F \geq 0,01 F_d$.
- $F = F_i$: maximum value of F recorded during the first 3 min of test for tubes of diameters 19 mm and larger, and during the first 90 s for tubes of diameters smaller than 19 mm.

The measured values of F_c and F_i shall be higher than the values specified in table 9.

NOTE - If the tube to be tested does not have a preferred diameter, the value of the table corresponding to the nearest preferred diameter (smaller or higher according to the tube in question) shall be used except for forces F_c and F_i which shall be extrapolated.

Table 9 – Values of F_c and F_i for crush test

Nominal diameter mm	Reinforced tubes		Standard tubes	
	F_c N	F_i N	F_c N	F_i N
19	235	470	150	300
25	325	650	210	420
32	700	1 400	450	900
39	1 650	3 300	1 100	2 200
51	3 000	6 000	2 000	4 000

11 Essais de vieillissement mécanique

L'essai de vieillissement mécanique est effectué sur trois éprouvettes de 2,5 m de longueur pour les tubes de 19 mm de diamètre extérieur et plus, et de 1,5 m de longueur pour les tubes de diamètre extérieur inférieur à 19 mm, prélevés dans lot n° 3.

11.1 Essai de flexion

L'essai de flexion consiste à faire subir à chaque éprouvette, sur quatre génératrices situées dans deux plans perpendiculaires, 1 000 cycles de flexion dans les conditions d'essais décrites en 10.1 en appliquant, en milieu de portée, la force F_d indiquée dans les tableaux 4, 5 et 6, selon la catégorie.

La fréquence d'application de l'effort se situe entre 1 et 2 cycles/min. Après chaque série de 1 000 flexions, l'éprouvette doit subir une rotation de 90°. Après l'application des 4 000 cycles, l'éprouvette ne doit pas présenter de détérioration visible, même localisée, ni de déformation permanente, lors d'un examen à l'oeil nu.

11.2 Essais diélectriques

Dans les éprouvettes qui ont subi les 4 000 cycles, on découpe, en leur milieu, deux tronçons de 0,3 m. Ces tronçons sont ensuite soumis aux essais électriques avant et après absorption d'humidité prescrits en 9.1.

Les résultats sont considérés comme satisfaisants à condition de respecter les limites données au tableau 3.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61235:1993

11 Mechanical fatigue tests

This test shall be carried out on three test pieces, each 2,5 m in length for tubes having an outside diameter of 19 mm and larger and 1,5 m for tubes having an outside diameter of less than 19 mm, taken from batch no. 3.

11.1 *Bending test*

The test consists of subjecting each test piece to 1 000 bending cycles under the test conditions described in 10.1. The force F_d indicated in tables 4, 5 and 6, according to the category, shall be applied at the midpoint of the test piece in each of four directions, 90° apart.

The frequency of application of the load shall be between 1 and 2 cycles/min. The test piece shall be rotated through 90° after each 1 000 bending cycles. After 4 000 cycles, the test piece shall show no sign of deterioration localized or otherwise, or have any permanent set when examined by the naked eye

11.2 *Dielectric tests*

Two test pieces each 0,3 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 dielectric tests before and after absorption of humidity as defined in 9.1.

The results are considered acceptable if they comply with the limits given in table 3.

SECTION 4: ESSAIS DE SÉRIE ET ESSAIS SUR PRÉLÈVEMENT

12 Essais de série

Tous les tubes doivent être soumis aux essais de série suivants:

- contrôle visuel extérieur;
- essai diélectrique.

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

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

L'éprouvette doit remplir les conditions suivantes:

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

Par accord entre fabricant et client, 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. En cas de litige, le montage d'essai décrit à l'annexe D doit être utilisé.

13 Essais sur prélèvement

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

- contrôle dimensionnel;
- essai mécanique.

Une éprouvette par lot est soumise à un essai de flexion dans les conditions décrites en 10.1, avec une charge maximale de F_d . La flèche f doit être mesurée pour les charges de $\frac{F_d}{3}$, $\frac{2F_d}{3}$ et F_d .

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

L'essai est répété après rotation de 90°. La différence entre les flèches ne doit pas excéder 15 %. Tout lot conduisant à une valeur f non conforme à celle qui a été prescrite, est rejeté.

Par accord entre le fabricant et le client, l'essai sur prélèvement peut comprendre tout ou partie des essais décrits dans la section 3.

14 Essais complémentaires non précisés

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

SECTION 4: ROUTINE TESTS AND SAMPLING TESTS

12 Routine tests

All tubes shall be subjected to routine tests as follows:

- external visual inspection;
- dielectric test.

During the dielectric test, carried out in accordance with IEC 60-1, the tubes 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 annex 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 customer, equivalent test arrangements, test voltages, electrode width and distance and testing durations may be used. In case of dispute, the test arrangement given in annex D shall be used.

13 Sampling tests

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

- dimensional check;
- mechanical test.

One test piece per batch shall be subjected to a deflection test as described in 10.1, with a maximum loading of F_d . The deflection f shall be recorded at loads of $\frac{F_d}{3}$, $\frac{2F_d}{3}$ and F_d .

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

The test shall be repeated with the tube rotated through 90°. The difference in deflection shall not exceed 15 %. Any batch leading to a non-specified value of f shall be rejected.

By agreement between manufacturer and customer, the sampling test may comprise all or part of the tests described in section 3.

14 Additional tests not indicated

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

SECTION 5: CLAUSES PARTICULIÈRES

15 Marquage

Chaque tube doit porter au moins les renseignements suivants:

- nom du fabricant ou marque déposée;
- référence du type;
- date de fabrication (année, si possible mois);
- dénomination CEI et numéro de la publication CEI;
- catégorie mécanique suivant le code: R (renforcé), S (standard), L (léger).

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

16 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 du client.

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 le fabricant et le client.

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

17 Acceptation

Voir annexe F.

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, le client se réserve le droit de refuser le lot de tubes.

SECTION 5: SPECIAL CLAUSES

15 Marking

Each tube shall carry, as a minimum, the following information:

- name or trade mark of the manufacturer;
- type reference;
- date of manufacture (year and, if possible, month);
- the IEC identification and the number of the IEC publication;
- code for mechanical category: R (reinforced), S (standard), L (light).

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

16 Modification

While the customer's order is being processed, the manufacturer may not carry out modifications which would change the material characteristics without obtaining the customer'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 between manufacturer and customer.

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

17 Acceptance

See annex F.

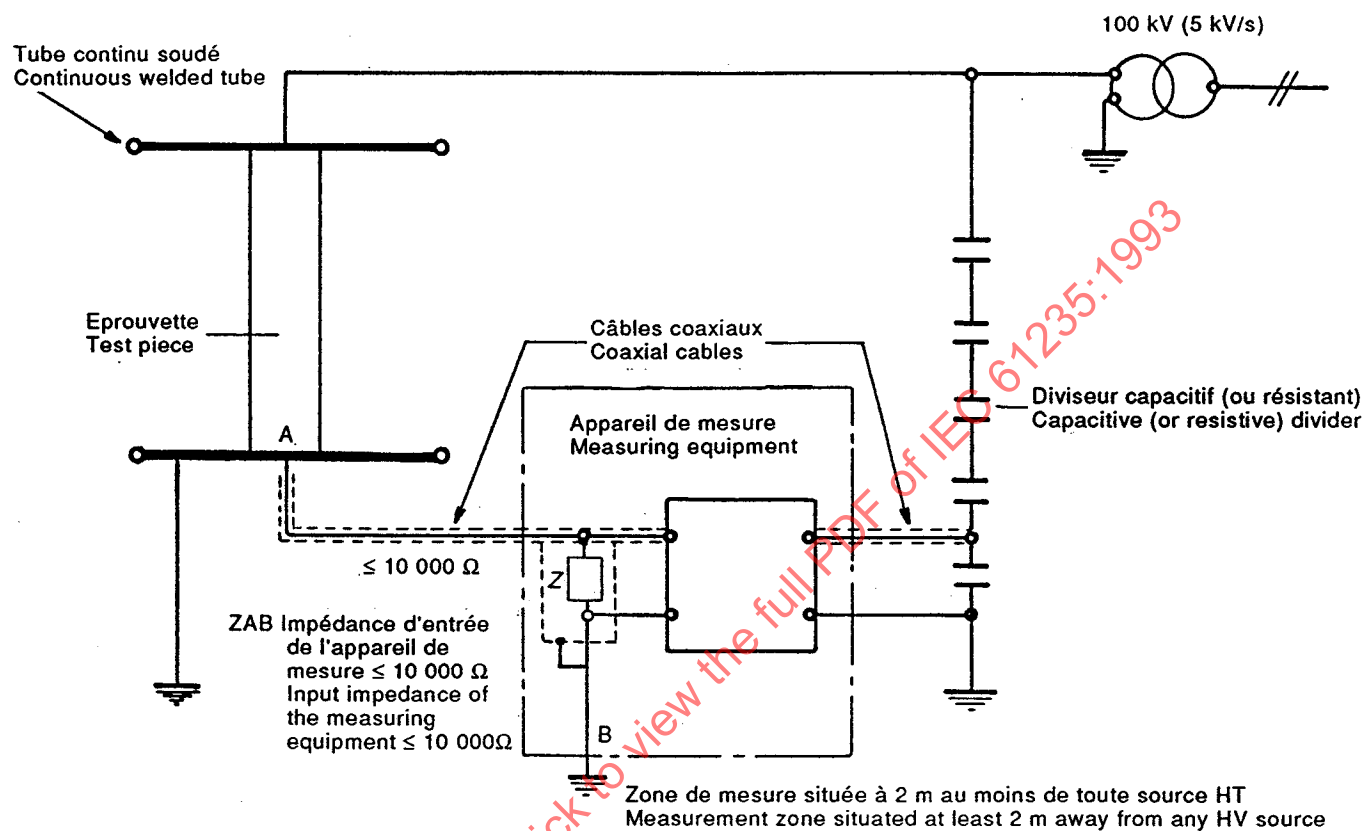
If, during the course of the controls and acceptance tests, the quality or performance of the equipment is shown not to meet the conditions prescribed herein, the customer reserves the right to refuse the batch of tubes.

Annexe A
(normative)

**Essais diélectriques avant et
après conditionnement humide**

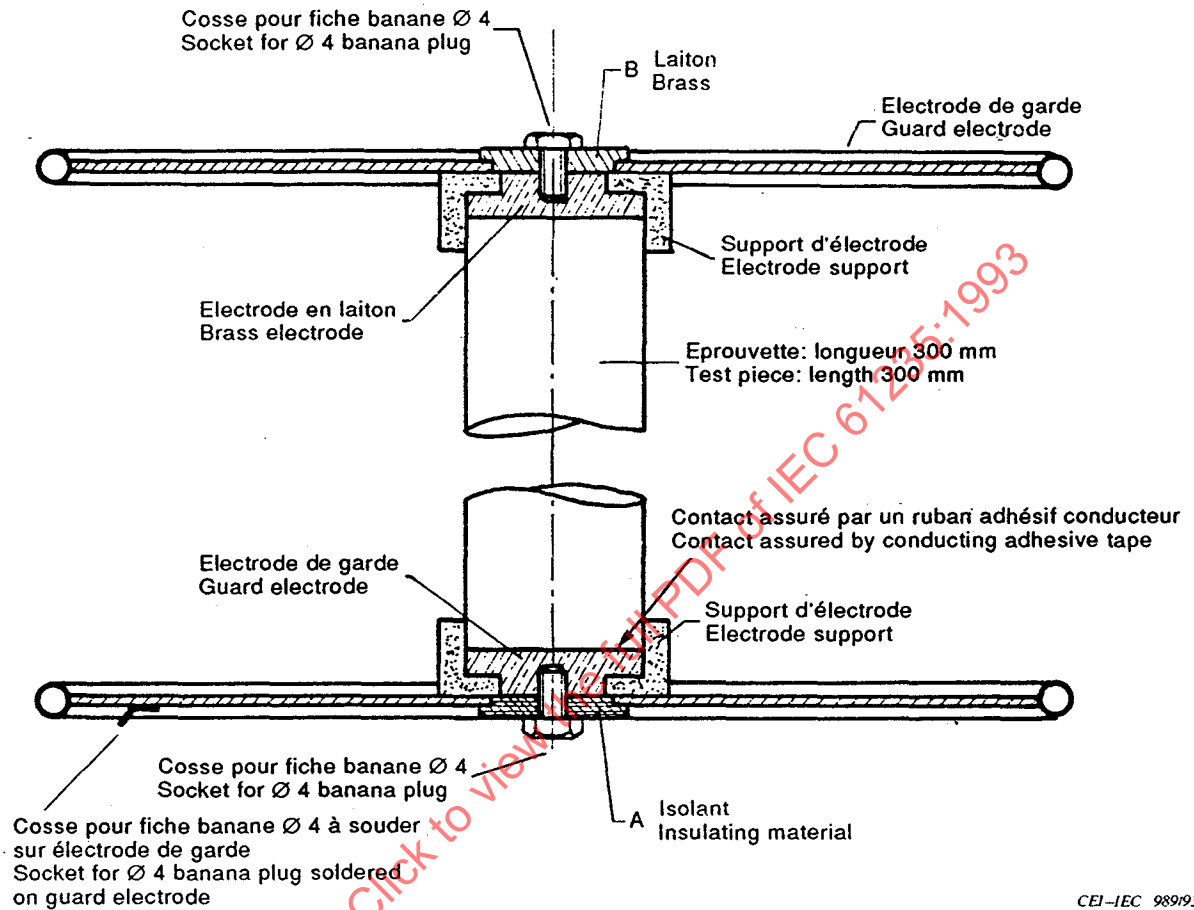
Annex A
(normative)

**Dielectric tests before and after
exposure to humidity**



CEI-IEC 988/93

Figure A.1 – Montage d'essai
Test arrangement



Dimensions en millimètres

Dimensions in millimetres

Figure A.2 – Schéma de montage
Assembly diagram

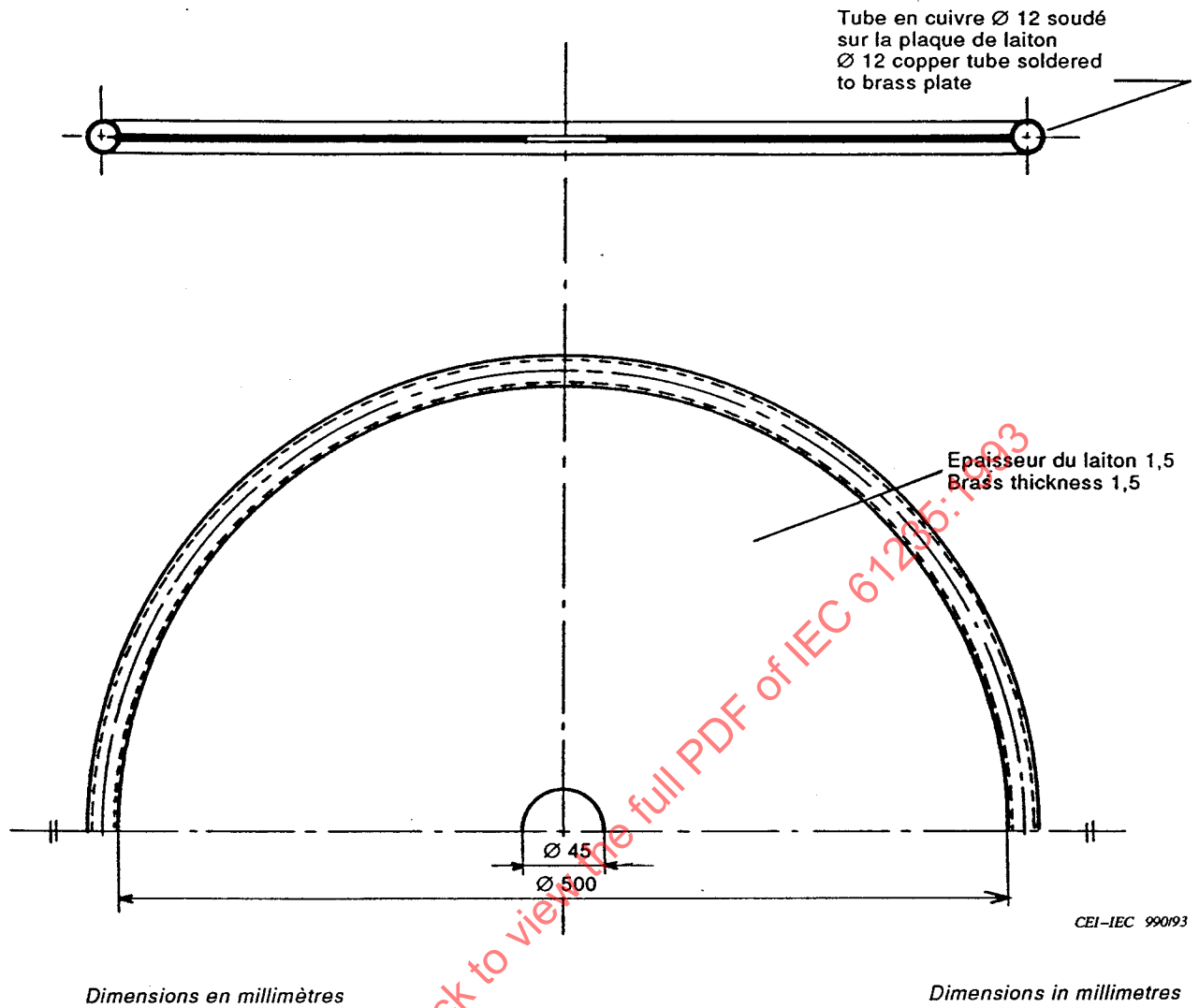
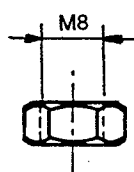
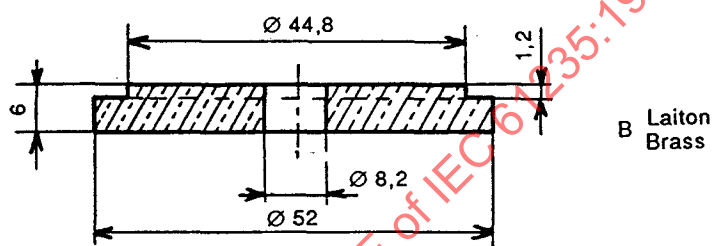
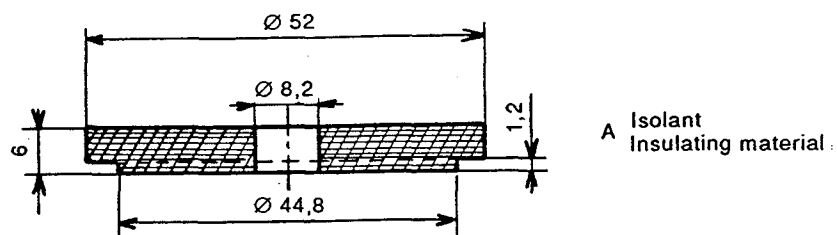
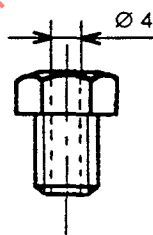


Figure A.3 – Plan d'exécution des électrodes de garde
(deux exemplaires requis)

Constructional drawing for guard electrodes
(two required)



Deux écrous M8 en laiton
Two M8 brass nuts



Deux vis M8 x 10 laiton
percées à Ø 4
Two M8 x 10 brass screws
with Ø 4 holes

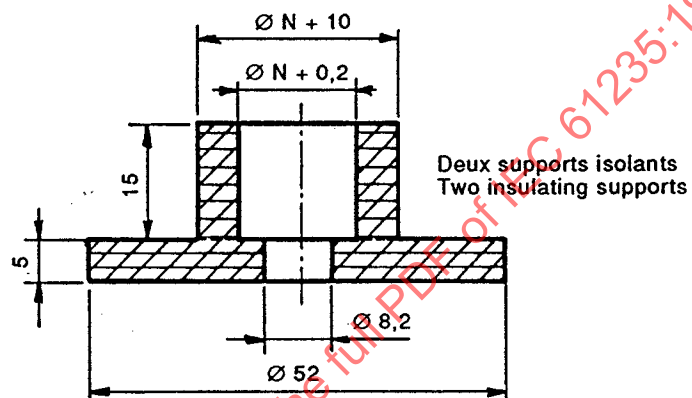
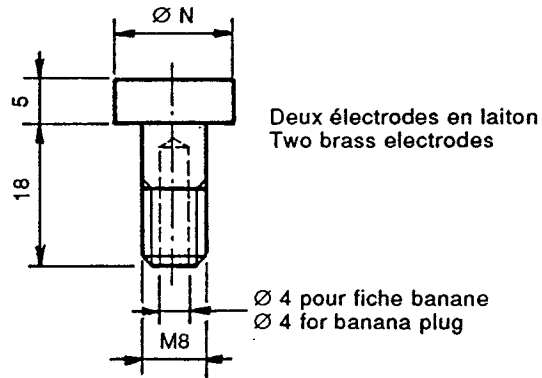
CEI-IEC 991/93

Dimensions en millimètres

Dimensions in millimetres

Figure A.4 – Plan d'exécution des accessoires pour électrodes de garde, pièces A et B

Constructional drawing for guard electrodes, parts A and B



Ø N = diamètre nominal
Ø N = rated diameter

CEI-IEC 992/93

Dimensions en millimètres

Dimensions in millimetres

Figure A.5 a - Pour $10 \text{ mm} \leq \text{Ø N} < 32 \text{ mm}$

For $10 \text{ mm} \leq \text{Ø N} < 32 \text{ mm}$