

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC  
614-1**

Deuxième édition  
Second edition  
1994-03

---

---

**Conduits pour installations électriques –  
Spécifications**

**Partie 1:  
Règles générales**

**Conduits for electrical installations –  
Specification**

**Part 1:  
General requirements**



Numéro de référence  
Reference number  
CEI/IEC 614-1: 1994

## 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 auprès du Bureau Central de la CEI.

Les renseignements relatifs à ces révisions, à l'établissement des éditions révisées et aux amendements peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et dans les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**  
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**  
Publié annuellement et mis à jour régulièrement

## Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 50: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI), qui se présente sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande. Voir également le dictionnaire multilingue de la CEI.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit tirés du VEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

## Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera:

- la CEI 27: *Symboles littéraux à utiliser en électro-technique;*
- la CEI 417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles;*
- la CEI 617: *Symboles graphiques pour schémas;*

et pour les appareils électromédicaux,

- la CEI 878: *Symboles graphiques pour équipements électriques en pratique médicale.*

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit tirés de la CEI 27, de la CEI 417, de la CEI 617 et/ou de la CEI 878, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

## Publications de la CEI établies par le même comité d'études

L'attention du lecteur est attirée sur les listes figurant à la fin de cette publication, qui énumèrent les publications de la CEI préparées par le comité d'études qui a établi la présente publication.

## 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 from the IEC Central Office.

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

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**  
Published yearly
- **Catalogue of IEC publications**  
Published yearly with regular updates

## Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC 50: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field. Full details of the IEV will be supplied on request. See also the IEC Multilingual Dictionary.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the IEV or have been specifically approved for the purpose of this publication.

## Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications:

- IEC 27: *Letter symbols to be used in electrical technology;*
- IEC 417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets;*
- IEC 617: *Graphical symbols for diagrams;*

and for medical electrical equipment,

- IEC 878: *Graphical symbols for electromedical equipment in medical practice.*

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC 27, IEC 417, IEC 617 and/or IEC 878, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

## IEC publications prepared by the same technical committee

The attention of readers is drawn to the end pages of this publication which list the IEC publications issued by the technical committee which has prepared the present publication.

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC  
614-1**

Deuxième édition  
Second edition  
1994-03

---

---

**Conduits pour installations électriques –  
Spécifications**

**Partie 1:  
Règles générales**

**Conduits for electrical installations –  
Specification**

**Part 1:  
General requirements**

© CEI 1994 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

**T**

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

## SOMMAIRE

|                                                                        | Pages |
|------------------------------------------------------------------------|-------|
| AVANT-PROPOS .....                                                     | 4     |
| Articles                                                               |       |
| 1 Généralités .....                                                    | 6     |
| 1.1 Domaine d'application .....                                        | 6     |
| 1.2 Références normatives .....                                        | 6     |
| 2 Définitions .....                                                    | 6     |
| 3 Prescriptions générales .....                                        | 10    |
| 4 Généralités sur les essais .....                                     | 10    |
| 5 Classification .....                                                 | 12    |
| 6 Marquage .....                                                       | 16    |
| 7 Dimensions .....                                                     | 18    |
| 8 Construction .....                                                   | 20    |
| 9 Propriétés mécaniques .....                                          | 20    |
| 10 Résistance à la chaleur .....                                       | 26    |
| 11 Résistance à la combustion .....                                    | 26    |
| 12 Caractéristiques électriques .....                                  | 28    |
| 13 Influences externes .....                                           | 30    |
| Figures .....                                                          | 36    |
| Annexe A – Codes de classification pour le marquage des conduits ..... | 42    |

## CONTENTS

|                                                      | Page |
|------------------------------------------------------|------|
| FOREWORD .....                                       | 5    |
| Clause                                               |      |
| 1 General .....                                      | 7    |
| 1.1 Scope .....                                      | 7    |
| 1.2 Normative references .....                       | 7    |
| 2 Definitions .....                                  | 7    |
| 3 General requirements .....                         | 11   |
| 4 General notes on tests .....                       | 11   |
| 5 Classification .....                               | 13   |
| 6 Marking .....                                      | 17   |
| 7 Dimensions .....                                   | 19   |
| 8 Construction .....                                 | 21   |
| 9 Mechanical properties .....                        | 21   |
| 10 Resistance to heat .....                          | 27   |
| 11 Resistance to burning .....                       | 27   |
| 12 Electrical characteristics .....                  | 29   |
| 13 External influences .....                         | 31   |
| Figures .....                                        | 36   |
| Annex A – Conduit marking classification codes ..... | 43   |

# COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

## CONDUITS POUR INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES – SPÉCIFICATIONS

### Partie 1: Règles générales

#### 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 614-1 a été établie par le sous-comité 23A: Conduits de protection des conducteurs, du comité d'études 23 de la CEI: Petit appareillage.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 1978 ainsi que les amendements 1 et 2 et constitue une révision technique.

Le texte de cette norme est issu de la première édition, des amendements 1 et 2, ainsi que des documents suivants:

| DIS       | Rapports de vote |
|-----------|------------------|
| 23A(BC)75 | 23A(BC)83        |
| 23A(BC)88 | 23A(BC)90        |

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

La CEI 614-1 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général: Conduits pour installations électriques – Spécifications:

- Partie 1: Règles générales
- Partie 2: Spécifications particulières pour les conduits.

L'annexe A fait partie intégrante de cette norme.

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**CONDUITS FOR ELECTRICAL INSTALLATIONS –  
SPECIFICATION****Part 1: General requirements****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 614-1 has been prepared by sub-committee 23A: Conduits for electrical purposes, of IEC technical committee 23: Electrical accessories.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 1978, and amendments 1 and 2, and constitutes a technical revision.

The text of this standard is based on the first edition, the amendments 1 and 2, and on the following documents:

| DIS                    | Reports on voting      |
|------------------------|------------------------|
| 23A(CO)75<br>23A(CO)88 | 23A(CO)83<br>23A(CO)90 |

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

IEC 614 consists of the following parts, under the general title: Conduits for electrical installations – Specification:

- Part 1: General requirements
- Part 2: Particular specifications for conduits.

Annex A forms an integral part of this standard.

# CONDUITS POUR INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES – SPÉCIFICATIONS

## Partie 1: Règles générales

### 1 Généralités

#### 1.1 *Domaine d'application*

La présente partie de la Norme internationale CEI 614 spécifie les règles pour les conduits de section droite circulaire, pour la protection des conducteurs et/ou câbles, dans les installations électriques.

#### NOTES

- 1 Les spécifications pour les conduits de section droite autre que circulaire sont à l'étude.
- 2 Les diamètres extérieurs des conduits sont couverts par la CEI 423.

#### 1.2 *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 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 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 423: 1993, *Conduits de protection des conducteurs – Diamètres extérieurs des conduits pour installations électriques et filetages pour conduits et accessoires*

CEI 529: 1989, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)*

CEI 695-2-4/1: 1991, *Essais relatifs aux risques du feu – Deuxième partie: Méthodes d'essai – Section 4/Feuille 1: Flamme d'essai à prémélange de 1 kW nominal et guide*

ISO 4046: 1978, *Papier, carton, pâtes et termes connexes – Vocabulaire*

### 2 Définitions

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

**2.1 conduit:** Élément de canalisation fermé de section droite circulaire ou non, destiné à la mise en place et/ou au remplacement des conducteurs et/ou des câbles par tirage, dans les installations électriques.

Les conduits doivent être suffisamment fermés sur leur pourtour de façon que les conducteurs ne puissent y être introduits que par tirage et non par insertion latérale.

# CONDUITS FOR ELECTRICAL INSTALLATIONS – SPECIFICATION

## Part 1: General requirements

### 1 General

#### 1.1 Scope

This part of International Standard IEC 614 specifies requirements for conduits of circular cross-section for the protection of the conductors and/or cables in electrical installations.

#### NOTES

- 1 Specifications for conduits of other cross-sections are under consideration.
- 2 Outside diameters of conduits are covered by IEC 423.

#### 1.2 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 423: 1993, *Conduits for electrical purposes – Outside diameters of conduits for electrical installations and threads for conduits and fittings*

IEC 529: 1989, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*

IEC 695-2-4/1: 1991, *Fire hazard testing – Part 2: Test methods – Section Four/Sheet 1: 1 kW nominal pre-mixed test flame and guidance*

ISO 4046: 1978, *Paper, board, pulp and related terms – Vocabulary*

### 2 Definitions

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

**2.1 conduit:** A part of a closed wiring system of circular or non-circular cross-section for conductors and/or cables in electrical installations, allowing them to be drawn in and/or replaced.

Conduits should be sufficiently closed-jointed so that the conductors can only be drawn in and not inserted laterally.

**2.2 conduit lisse:** Conduit dont le profil de la section longitudinale est rectiligne.

**2.3 conduit annelé:** Conduit dont le profil de la section longitudinale est ondulé.

**2.4 épaisseur de la paroi:** Demi-différence entre le diamètre extérieur et le diamètre intérieur.

**2.5 épaisseur du matériau:** Pour un conduit annelé, épaisseur moyenne du matériau mesurée en un point quelconque le long d'une ondulation.

Pour un conduit lisse, l'épaisseur du matériau est égale à l'épaisseur de la paroi.

**2.6 conduit filetable:** Conduit lisse dont les extrémités comportent des filetages pour le raccordement ou qui peut être fileté à la main.

**2.7 conduit non filetable:** Conduit dont le raccordement est réalisé autrement que par filetage.

**2.8 conduit rigide:** Conduit qui ne peut être cintré qu'à l'aide d'un moyen mécanique, avec ou sans traitement spécial.

**2.9 conduit cintrable:** Conduit qui peut être cintré à la main avec une force raisonnable, mais sans autre assistance.

**2.10 conduit transversalement élastique:** Conduit cintrable qui, déformé sous l'action d'une force transversale appliquée pendant une courte période de temps, reprend sa forme originale un court moment après la cessation de cette force.

**2.11 conduit souple:** Conduit cintrable qui peut être plié à la main avec une force raisonnablement réduite, mais sans l'aide d'un autre moyen et qui est destiné à être fréquemment plié en service.

**2.12 conduit métallique:** Conduit réalisé exclusivement en métal.

**2.13 conduit isolant:** Conduit réalisé exclusivement en matériau isolant sans aucun élément conducteur, que ce soit sous forme de revêtement interne ou de tresse ou de revêtement métallique externe.

**2.14 conduit composite:** Conduit qui comporte à la fois des matériaux conducteurs et des matériaux isolants.

**2.15 conduit non propagateur de flamme:** Conduit qui est susceptible de prendre feu par application d'une flamme, mais qui ne propage pas l'inflammation et s'éteint de lui-même dans un temps réduit après le retrait de la flamme.

**2.16 influences externes:** On entend par influences externes la présence d'eau, d'huile ou de matériaux de construction; les températures basses et élevées; la présence de substances corrosives ou polluantes; le rayonnement solaire.

**2.2 plain conduit:** A conduit in which the profile is even in the longitudinal section.

**2.3 corrugated conduit:** A conduit in which the profile is corrugated in the longitudinal section.

**2.4 wall thickness:** The difference between the outside and the inside diameter, divided by two.

**2.5 material thickness:** For a corrugated conduit, the average thickness of material measured at any point along the shape of one corrugation.

For a plain conduit, the material thickness is equal to the wall thickness.

**2.6 threadable conduit:** A plain conduit, the ends of which carry screw threads for connection or on which a thread can be cut manually.

**2.7 non-threadable conduit:** A conduit suitable for connection by means other than screw thread.

**2.8 rigid conduit:** A conduit which can only be bent with the help of a mechanical aid and with or without special treatment.

**2.9 pliable conduit:** A conduit which can be bent by hand with a reasonable force, but without other assistance.

**2.10 self-recovering conduit:** A pliable conduit which deforms when a transverse force is applied for a short time, and which after removal of this force returns close to its original shape within a further short time.

**2.11 flexible conduit:** A pliable conduit which can be bent by hand with a reasonable small force, but without any other assistance, and which is intended to flex frequently throughout its life.

**2.12 metal conduit:** A conduit which consists of metal only.

**2.13 insulating conduit:** A conduit which consists uniquely of insulating material and which has no conductive components whatever, either in the form of an internal lining, or in the form of external metal braid or coating.

**2.14 composite conduit:** A conduit comprising both conductive and insulating materials.

**2.15 non-flame propagating conduit:** A conduit which is liable to catch fire as a result of applied flame, in which the flame does not propagate, and which extinguishes itself within a limited time after the flame is removed.

**2.16 external influences:** The presence of water or oil, or building materials, low and high temperatures, corrosive or polluting substances, and solar radiation.

### 3 Prescriptions générales

Les conduits doivent être conçus et construits de façon qu'ils procurent une protection mécanique sûre aux conducteurs et/ou câbles qu'ils contiennent. Si nécessaire, ils doivent être également pourvus d'une protection électrique appropriée.

En outre, ils doivent résister aux contraintes susceptibles de se produire pendant le transport, le stockage et la pose, sous réserve d'une mise en oeuvre et d'une utilisation conforme aux dispositions recommandées.

La vérification est effectuée en général par l'exécution de la totalité des essais prescrits.

### 4 Généralités sur les essais

4.1 Les essais prévus dans les présentes spécifications sont des essais de type.

Les essais sur les conduits isolants ne doivent pas être effectués avant le dixième jour qui suit celui de leur fabrication.

4.2 Sauf spécification contraire, les essais doivent être effectués à une température ambiante de  $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ .

4.3 Sauf spécification contraire, chaque essai doit être effectué sur trois échantillons en l'état de livraison.

4.4 Sauf spécification contraire, la longueur totale des échantillons et la longueur des échantillons à essayer doivent être comme spécifiées dans la partie 2 relative au type de conduit considéré.

4.5 Sauf spécification contraire, les échantillons nécessaires aux différents essais doivent être prélevés sur les conduits livrés:

4.5.1 dans le cas des conduits rigides:

en longueurs habituelles de 3 m prélevées sur trois longueurs de livraison différentes;

4.5.2 dans le cas des conduits souples et des conduits cintrables:

en rouleaux prélevés en des endroits séparés par une distance de 3 m environ.

4.6 Sauf spécification contraire, on considère que les conduits ne répondent pas aux présentes spécifications s'il y a plus de défaillances que celle d'un échantillon au cours de l'un quelconque des essais. Si un essai n'est pas subi avec succès par l'un des échantillons, on doit le répéter, ainsi que ceux qui le précèdent et qui peuvent avoir exercé une influence sur son résultat, sur un nouveau lot ayant le nombre d'échantillons spécifiés; ces nouveaux échantillons doivent alors tous satisfaire aux essais recommencés.

NOTE - Le demandeur a la possibilité, lorsqu'il dépose le premier lot d'échantillons, de remettre également le lot d'échantillons supplémentaire ou le lot des longueurs de conduit qui peut être nécessaire en cas d'échec de l'un des échantillons. Le laboratoire essaiera alors, sans autre avis, les échantillons supplémentaires, le rejet ne pouvant intervenir qu'à la suite d'un nouvel échec. Si le lot d'échantillons supplémentaire ou le lot des longueurs de conduit n'est pas fourni initialement, l'échec de l'un des échantillons présents, motive le rejet.

### 3 General requirements

Conduits shall be so designed and constructed that they ensure reliable mechanical protection of the conductors and/or cables contained therein. Where applicable, the conduit shall also provide adequate electrical protection.

Furthermore, the conduit shall withstand the stresses likely to occur during transport, storage, recommended installation practice, and usage.

In general, compliance shall be checked by carrying out all the tests specified.

### 4 General notes on tests

4.1 Tests according to this specification shall be type tests.

Type tests on insulating conduits shall not be commenced before 10 days after manufacture.

4.2 Unless otherwise specified, the tests shall be carried out at an ambient temperature of  $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

4.3 Unless otherwise specified, each test shall be made on three new samples.

4.4 Unless otherwise specified, the total length and the length of the samples to be tested shall be as specified in the relevant part 2.

4.5 Unless otherwise specified, samples for the various tests shall be taken from conduits delivered in:

4.5.1 for rigid conduits:

lengths of normally 3 m taken from three different manufactured lengths;

4.5.2 for pliable and flexible conduits:

coils from places separated by distance of approximately 3 m.

4.6 Unless otherwise specified, conduits shall be deemed not to comply with the specification if there are more failures than that of one sample in any one of the tests. If one sample fails in a test, that test and those preceding, which may have influenced the result of that test, shall be repeated on another set of samples of the number specified, all of which shall then comply with the repeated tests.

NOTE – The applicant, when submitting the first set of samples, may also submit the additional set of samples or lengths of conduit, which may be wanted should one sample fail. The testing station will then, without further request, test the additional set of samples and will only reject if a further failure occurs. If the additional lengths of conduit are not submitted at the same time, a failure of one sample will entail a rejection.

## 5 Classification

5.1 D'après le matériau, en:

5.1.1 – conduits métalliques;

5.1.2 – conduits isolants;

5.1.3 – conduits composites.

5.2 D'après le mode de raccordement, en:

5.2.1 conduits filetables;

5.2.1.1 – conduits lisses.

5.2.2 conduits non filetables;

5.2.2.1 – conduits lisses;

5.2.2.2 – conduits annelés.

5.3 D'après leurs caractéristiques mécaniques, en:

5.3.1 – conduits pour contraintes mécaniques très légères;

5.3.2 – conduits pour contraintes mécaniques légères;

5.3.3 – conduits pour contraintes mécaniques moyennes;

5.3.4 – conduits pour fortes contraintes mécaniques;

5.3.5 – conduits pour très fortes contraintes mécaniques.

5.4 D'après leur aptitude au pliage, en:

5.4.1 – conduits rigides;

5.4.2 – conduits cintrables;

5.4.3 – conduits transversalement élastiques;

5.4.4 – conduits souples.

5.5 D'après leur tenue aux températures, conformément au tableau suivant:

## 5 Classification

### 5.1 According to material:

- 5.1.1 – metal conduits;
- 5.1.2 – insulating conduits;
- 5.1.3 – composite conduits.

### 5.2 According to the method of connection:

#### 5.2.1 threadable conduits;

- 5.2.1.1 – plain conduits.

#### 5.2.2 non-threadable conduits;

- 5.2.2.1 – plain conduits;
- 5.2.2.2 – corrugated conduits.

### 5.3 According to mechanical properties:

- 5.3.1 – conduits for very light mechanical stresses;
- 5.3.2 – conduits for light mechanical stresses;
- 5.3.3 – conduits for medium mechanical stresses;
- 5.3.4 – conduits for heavy mechanical stresses;
- 5.3.5 – conduits for very heavy mechanical stresses.

### 5.4 According to suitability for bending:

- 5.4.1 – rigid conduits;
- 5.4.2 – pliable conduits;
- 5.4.3 – self recovering conduits;
- 5.4.4 – flexible conduits.

### 5.5 According to temperatures, given in the following table:

| Classification<br>d'après la tenue<br>aux températures                                                                                     | Températures normalement non en dessous de |                                                                           | Plage de<br>températures<br>d'utilisation<br>en régime permanent<br><br>°C |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                            | Stockage et<br>transport<br><br>°C         | Utilisation et mise<br>en oeuvre au moment<br>de l'installation<br><br>°C |                                                                            |
| – 45                                                                                                                                       | – 45                                       | – 15                                                                      | – 15 à + 60                                                                |
| – 25                                                                                                                                       | – 25                                       | – 15                                                                      | – 15 à + 60                                                                |
| – 5                                                                                                                                        | – 5                                        | – 5                                                                       | – 5 à + 60                                                                 |
| + 90                                                                                                                                       | – 5                                        | – 5                                                                       | – 5 à + 60*                                                                |
| + 90/– 25                                                                                                                                  | – 25                                       | – 15                                                                      | – 15 à + 60*                                                               |
| * Ces types de conduits, pour utilisation dans le béton préfabriqué, supportent temporairement des températures s'élevant jusqu'à + 90 °C. |                                            |                                                                           |                                                                            |

NOTE – Des conduits en matériau isolant conçus pour des températures s'élevant à 200 °C sont à l'étude.

#### 5.6 D'après leur résistance à la propagation de la flamme, en:

5.6.1 – conduits non propagateurs de la flamme;

5.6.2 – conduits propagateurs de la flamme.

#### 5.7 D'après leurs caractéristiques électriques, en:

5.7.1 – conduits sans continuité électrique;

5.7.2 – conduits avec continuité électrique;

5.7.3 – conduits sans propriété isolante;

5.7.4 – conduits avec propriété isolante.

#### 5.8 D'après leur résistance aux influences externes:

5.8.1 protection contre la pénétration d'eau:

5.8.1.1 – conduits n'assurant pas de protection (IPX0);

5.8.1.2 – conduits assurant une protection contre l'eau en pluie (IPX3);

5.8.1.3 – conduits assurant une protection contre les projections d'eau (IPX4);

5.8.1.4 – conduits assurant une protection contre les jets d'eau (IPX5);

5.8.1.5 – conduits assurant une protection contre les paquets de mer (IPX6);

5.8.1.6 – conduits assurant une protection contre les effets de l'immersion (IPX7);

5.8.1.7 – conduits assurant une protection contre l'immersion prolongée (IPX8).

| Temperature classification                                                                              | Temperatures not normally less than |                            | Permanent application temperature range<br>°C |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------------------|
|                                                                                                         | Storage and transport<br>°C         | Use and installation<br>°C |                                               |
| - 45                                                                                                    | - 45                                | - 15                       | - 15 to + 60                                  |
| - 25                                                                                                    | - 25                                | - 15                       | - 15 to + 60                                  |
| - 5                                                                                                     | - 5                                 | - 5                        | - 5 to + 60                                   |
| + 90                                                                                                    | - 5                                 | - 5                        | - 5 to + 60*                                  |
| + 90/- 25                                                                                               | - 25                                | - 15                       | - 15 to + 60*                                 |
| * These types, for use in prefabricated concrete, will temporarily withstand temperatures up to +90 °C. |                                     |                            |                                               |

NOTE - Conduits of insulating materials for temperatures up to 200 °C are under consideration.

## 5.6 According to resistance to flame-propagation:

5.6.1 - non-flame propagating conduits;

5.6.2 - flame propagating conduits.

## 5.7 According to electrical characteristics:

5.7.1 - conduits without electrical continuity;

5.7.2 - conduits with electrical continuity;

5.7.3 - conduits without electrical insulating characteristics;

5.7.4 - conduits with electrical insulating characteristics.

## 5.8 According to resistance to external influences:

5.8.1 protection against ingress of water:

5.8.1.1 - conduits giving no protection (IPX0);

5.8.1.2 - conduits giving protection against spraying water (IPX3);

5.8.1.3 - conduits giving protection against splashing water (IPX4);

5.8.1.4 - conduits giving protection against water jets (IPX5);

5.8.1.5 - conduits giving protection against heavy seas (IPX6);

5.8.1.6 - conduits giving protection against immersion (IPX7);

5.8.1.7 - conduits giving protection against submersion (IPX8).

**5.8.2 protection contre la pénétration de corps solides:**

- 5.8.2.1 – conduits assurant une protection contre les corps solides supérieurs à 2,5 mm (IP3X);
- 5.8.2.2 – conduits assurant une protection contre les corps solides supérieurs à 1 mm (IP4X);
- 5.8.2.3 – conduits assurant une protection contre la poussière (IP5X);
- 5.8.2.4 – conduits assurant une protection totale contre la poussière (IP6X).

NOTE – Les classifications de 5.8.1 et 5.8.2 sont conformes à la CEI 529.

**5.8.3 D'après leur résistance aux substances corrosives ou polluantes, en:**

- 5.8.3.1 – conduits également protégés à l'intérieur et à l'extérieur;
  - 5.8.3.1.1 – conduits à faible protection;
  - 5.8.3.1.2 – conduits à protection moyenne;
  - 5.8.3.1.3 – conduits à protection élevée.
- 5.8.3.2 – conduits mieux protégés à l'extérieur qu'à l'intérieur;
  - 5.8.3.2.1 – conduits avec protection externe moyenne et protection interne faible;
  - 5.8.3.2.2 – conduits avec protection externe élevée et protection interne faible;
  - 5.8.3.2.3 – conduits avec protection externe élevée et protection interne moyenne.

**5.8.4 D'après leur résistance au rayonnement solaire, en:**

- 5.8.4.1 – conduits sans protection contre le rayonnement solaire;
- 5.8.4.2 – conduits protégés contre le rayonnement solaire;
  - 5.8.4.2.1 – conduits avec faible protection contre le rayonnement;
  - 5.8.4.2.2 – conduits avec protection moyenne contre le rayonnement;
  - 5.8.4.2.3 – conduits avec protection élevée contre le rayonnement.

## **6 Marquage**

**6.1 Les conduits doivent porter les indications suivantes:**

- a) le nom du fabricant ou du vendeur responsable, la marque de fabrique ou autres symboles d'identification;
- b) le code de la classification, conformément à l'article A.1 de l'annexe A;
- c) tout autre marquage ou symbole prescrit dans la section appropriée de la deuxième partie de la présente norme.

**5.8.2 protection against ingress of solid objects:**

- 5.8.2.1 – conduits giving protection against solid objects greater than 2,5 mm (IP3X);
- 5.8.2.2 – conduits giving protection against solid objects greater than 1 mm (IP4X);
- 5.8.2.3 – conduits giving protection against dust (IP5X);
- 5.8.2.4 – dust-tight conduits (IP6X).

NOTE – The classifications of 5.8.1 and 5.8.2 are in accordance with IEC 529.

**5.8.3 Resistance against corrosive or polluting substances:**

- 5.8.3.1 – conduits with the same protection on the outside and the inside;
  - 5.8.3.1.1 – conduits with low protection;
  - 5.8.3.1.2 – conduits with medium protection;
  - 5.8.3.1.3 – conduits with high protection.
- 5.8.3.2 – conduits with greater protection on the outside than the inside:
  - 5.8.3.2.1 – conduits with medium protection outside and low protection inside;
  - 5.8.3.2.2 – conduits with high protection outside and low protection inside;
  - 5.8.3.2.3 – conduits with high protection outside and medium protection inside.
- 5.8.4 Resistance to solar radiation:
  - 5.8.4.1 – conduits without protection against solar radiation;
  - 5.8.4.2 – conduits with protection against solar radiation;
    - 5.8.4.2.1 – conduits with low protection against radiation;
    - 5.8.4.2.2 – conduits with medium protection against radiation;
    - 5.8.4.2.3 – conduits with high protection against radiation.

**6 Marking****6.1 Conduits shall be marked with:**

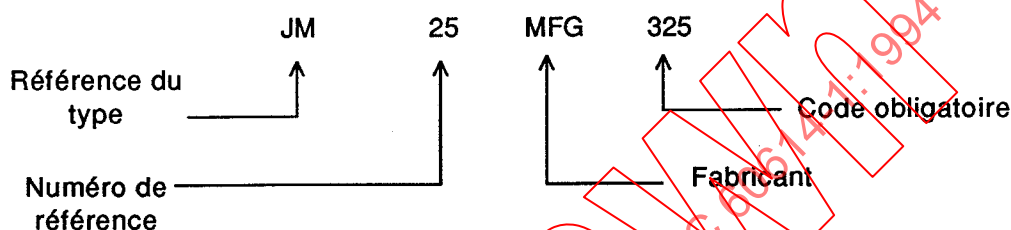
- a) the name of the manufacturer or responsible vendor, trade mark, or other identifying symbol;
- b) a classification code in accordance with clause A.1 of annex A;
- c) any other mark or symbol required by the relevant section of part 2 of this standard.

Les conduits peuvent aussi porter l'indication d'un code de classification complémentaire, conformément à l'article A.2 de l'annexe A.

Les conduits propagateurs de flamme doivent être en matériau de couleur orange. (Ils ne doivent pas être colorés au moyen de peinture, etc.)

Les conduits non propagateurs de flamme peuvent être de n'importe quelle couleur, excepté jaune, orange ou rouge.

Si un conduit est marqué avec une référence de type et/ou un numéro de référence, ces marquages sont placés avant l'identification du fabricant ou du vendeur responsable (prescrite à la lettre a). Par exemple:



6.2 Les marques doivent être répétées à intervalles réguliers, de préférence de l'ordre de 1 m mais n'excédant pas 3 m.

Les conduits rigides doivent être marqués au moins une fois sur chaque longueur de livraison, de préférence à une distance de 50 mm d'une extrémité.

Les conduits cintrables ou souples livrés en couronnes doivent en outre être munis d'une étiquette portant le nom du fabricant ou la marque de fabrique immédiatement suivi par une désignation codée relative à leur classification.

6.3 Les marques doivent être durables et facilement lisibles.

La vérification des dispositions de 6.1 à 6.3 est effectuée par examen et en frottant les marques à la main pendant 15 s avec un chiffon imbibé d'eau et à nouveau pendant 15 s avec un chiffon imbibé d'essence.

NOTE – Les marques peuvent être réalisées par moulage, par estampage, par impression, par étiquettes adhésives, par décalcomanies.

## 7 Dimensions

7.1 Les diamètres extérieurs et les filetages doivent être conformes à la CEI 423.

La vérification est effectuée au moyen de calibres conformes aux figures suivantes:

7.1.1 Calibres pour les diamètres extérieurs maximaux conformes à la figure 2 de la CEI 423: 1993;

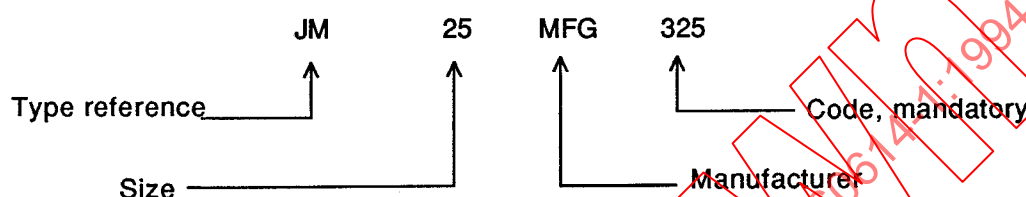
7.1.2 Calibres pour les diamètres extérieurs minimaux donnés dans les figures 3a et 3b de la CEI 423: 1993;

Conduits may also be marked with an additional classification code in accordance with clause A.2 of annex A.

Flame-propagating conduits shall be made of an orange coloured material. (They shall not be coloured by painting, etc.)

Non-flame-propagating conduits may be of any colour except yellow, orange, or red.

If a conduit is marked with a type reference and/or a size, these markings are placed before the identification of the manufacturer or responsible vendor (item a). For example:



6.2 Marking of conduits shall be repeated at regular intervals, preferably of 1 m but not longer than 3 m.

Rigid conduits shall be marked at least once on each manufacturing length, preferably 50 mm from one end.

Pliable or flexible conduit supplied in coils shall in addition have an attached label marked with the maker's name or trade mark immediately followed by a classification code.

6.3 Marking shall be durable and easily legible.

Marking according to 6.1 to 6.3 shall be checked by inspection, and by rubbing the marking by hand for 15 s with a piece of cloth soaked with water, and again for 15 s with a piece of cloth soaked with petroleum spirit.

NOTE – Marking may be applied by moulding, stamping, printing, adhesive label, or water slide transfers.

## 7 Dimensions

7.1 The outside diameters and threads shall comply with IEC 423.

Compliance shall be checked by means of gauges according to the following figures:

7.1.1 Gauges for the maximum outside diameters according to figure 2 of IEC 423;

7.1.2 Gauges for the minimum outside diameters are given in figures 3a and 3b of IEC 423: 1993;

7.1.3 Calibres pour le filetage des conduits filetés, conformes à la figure 4 de la CEI 423: 1993.

7.2 Les autres dimensions, par exemple les diamètres intérieurs, lorsque la vérification de ces diamètres s'applique, doivent être conformes aux spécifications données dans la partie 2 relative au type de conduit considéré.

La vérification de ces conditions est effectuée par des mesures et par les essais spécifiés dans la partie 2 relative au type de conduit considéré.

## **8 Construction**

8.1 La surface interne et la surface externe des conduits doivent être raisonnablement exemptes de bavures, d'aspérités ou de défauts similaires; en outre, les angles sur lesquels les conducteurs ou les câbles sont susceptibles d'être tirés ne doivent pas endommager ces conducteurs ou câbles.

La vérification de ces conditions est effectuée par examen et, si nécessaire, après avoir sectionné les échantillons.

8.2 De légères aspérités dues à la méthode de fabrication ne sont pas retenues si elles ne sont pas susceptibles d'endommager l'enveloppe isolante des conducteurs.

Cette prescription n'exclut pas les conduits annelés.

## **9 Propriétés mécaniques**

9.1 Les conduits doivent avoir une résistance mécanique suffisante.

Les conduits, selon leur type, quand ils sont cintrés ou écrasés ou exposés à des chocs ou à des températures extrêmes spécifiées, pendant ou après leur pose, ne doivent présenter aucune craquelure ou déformation susceptible de rendre difficile l'introduction de conducteurs ou de câbles ou d'endommager ceux-ci pendant le tirage.

La vérification est effectuée par les essais spécifiés en 9.2, 9.3, 9.4 et 9.5 et éventuellement dans la partie 2 relative au type de conduit considéré.

### **9.2 Essai de cintrage**

9.2.1 Les conduits sont soumis à un essai de cintrage.

9.2.2 Les modalités de l'essai et les valeurs d'essai sont indiquées dans la partie 2 relative au type de conduit considéré; il doit être tenu compte des instructions du fabricant pour le cintrage dans la mesure où elles ne sont pas en contradiction avec les présentes spécifications.

### **9.3 Essai d'écrasement**

9.3.1 Les échantillons de conduit, chacun de 200 mm de longueur environ, sont soumis à un essai d'écrasement au moyen de l'appareil d'essai représenté sur la figure 1.

7.1.3 Gauges for the male thread according to figure 4 of IEC 423: 1993.

7.2 Other dimensions, for example inside diameters where applicable, shall comply with the specifications given in the relevant part 2.

Compliance shall be checked by measurement and by the tests specified in the relevant part 2.

## 8 Construction

8.1 The inside and outside surfaces of conduits shall be reasonably free from burrs, flash and similar defects; in addition, the edges over which the conductors or cables are likely to be drawn, shall not damage these conductors or cables.

Compliance shall be checked by inspection, if necessary, after cutting the samples apart.

8.2 A slight burr resulting from the method of manufacturing is not taken into account if it is not likely to damage insulated conductors.

This requirement does not preclude corrugated conduits.

## 9 Mechanical properties

9.1 Conduits shall have adequate mechanical strength.

Conduits according to their types, when bent or compressed, exposed to shocks, or extreme specified temperatures, either during or after installation, shall show no cracks and shall not be deformed to such an extent that introduction of the cables becomes difficult, or that the installed conductors or cables are likely to be damaged, while being drawn in.

Compliance shall be checked by the tests specified in 9.2, 9.3, 9.4 and 9.5 and possibly in the relevant part 2.

### 9.2 Bending test

9.2.1 Conduits shall be subjected to a bending test.

9.2.2 Reference to the values and to the tests are made in the relevant part 2, taking into account the manufacturer's instructions for bending, so far as they do not contravene the aims of this specification as a whole.

### 9.3 Compression test

9.3.1 Samples of conduit, each 200 mm long, shall be subjected to a compression test, using the apparatus shown in figure 1.

9.3.2 Avant l'essai, le diamètre extérieur des échantillons est mesuré. Les échantillons sont alors maintenus à une température de  $20\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ , pendant 10 h au moins.

9.3.3 Immédiatement après la fin de cette période de conditionnement, les échantillons sont placés sur un support plan en acier, et une pièce intermédiaire en acier – comme représenté sur la figure – est placée au milieu de l'échantillon.

9.3.4 Une force de compression croissant lentement est alors appliquée à la pièce intermédiaire. La force (N) doit être appliquée en  $30\text{ s} \pm 3\text{ s}$  jusqu'à atteindre la valeur indiquée dans le tableau avec une tolérance de  $\pm 5\%$ . La force doit être appliquée le plus uniformément possible sans secousses.

| Conduits pour contraintes mécaniques: | Force de compression N |
|---------------------------------------|------------------------|
| Très légères                          | 125                    |
| Légères                               | 320                    |
| Moyennes                              | 750                    |
| Fortes                                | 1 250                  |
| Très fortes                           | 4 000                  |

9.3.5 Une minute après l'application de la pleine force, le diamètre extérieur de l'échantillon est mesuré à l'endroit de la déformation, la force étant maintenue.

9.3.6 La différence entre le diamètre initial et le diamètre de l'échantillon déformé ne doit pas être supérieure à un pourcentage du diamètre initial. La valeur de ce pourcentage est donnée dans la partie 2 relative au type de conduit considéré.

9.3.7 On enlève alors la force ainsi que la pièce intermédiaire et, 1 min après cette opération, on mesure à nouveau le diamètre extérieur à l'endroit de la déformation. La différence entre le diamètre initial et le diamètre de l'échantillon déformé ne doit pas être supérieure à 10 % du diamètre initial.

#### 9.4 Essai de choc

9.4.1 Douze échantillons de conduit isolant, de 200 mm de longueur environ, sont soumis à un essai de choc au moyen de l'appareil représenté sur la figure 2.

9.4.2 Avant l'essai, les échantillons sont maintenus pendant 10 jours (240 h) à une température de  $60\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ .

9.4.3 L'appareil d'essai est alors placé sur un bloc de caoutchouc mousse de 40 mm d'épaisseur et cet ensemble, ainsi que les échantillons, sont placés dans une enceinte réfrigérée à l'intérieur de laquelle la température est maintenue à:

- $5\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$  pour les conduits du type –5 et +90
- $25\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$  pour les conduits du type –25 et +90/–25
- $45\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$  pour les conduits du type –45.

9.3.2 Before the test, the outside diameters of the samples shall be measured. The samples shall then be conditioned at a temperature of  $20\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$  for at least 10 h.

9.3.3 Immediately after the conclusion of the conditioning period, the samples shall be positioned on a flat steel support, and a steel intermediate piece, as shown in the figure, shall be placed on the middle of the sample.

9.3.4 A slowly increasing compression force shall then be applied to the intermediate piece. The force (N) shown in the table, with a tolerance of  $\pm 5\%$ , shall be attained in  $30\text{ s} \pm 3\text{ s}$ . The speed of application of the force shall be as linear as possible without jerking.

| Conduits   | Compression force<br>N |
|------------|------------------------|
| Very light | 125                    |
| Light      | 320                    |
| Medium     | 750                    |
| Heavy      | 1 250                  |
| Very heavy | 4 000                  |

9.3.5 After the full force has been applied for 1 min, the outside diameter of the sample shall be measured where flattening has taken place, without removing the force.

9.3.6 The difference between the initial diameter and the diameter of the flattened sample shall not exceed a specific percentage of the outside diameter measured before the test. The values are given in the relevant part 2.

9.3.7 The force and the intermediate piece are then removed and, 1 min after removal, the outside diameter of the samples, where they have flattened, is again measured. The difference between the initial diameter and the diameter of the flattened samples shall not exceed 10 % of the outside diameter, measured before the test.

#### 9.4 Impact test

9.4.1 Twelve samples of insulating conduits, each 200 mm long, shall be subjected to an impact test by means of the apparatus shown in figure 2.

9.4.2 Before the test, the samples shall be conditioned at a temperature of  $60\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$  for 10 days (240 h).

9.4.3 The test apparatus shall be placed on a pad of sponge rubber 40 mm thick, and this, together with the samples, shall be placed in a refrigerator, the temperature within which is maintained at:

- $5\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$  for conduits of types –5 and +90
- $25\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$  for conduits of types –25 and +90/–25
- $45\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$  for conduits of type –45.

9.4.4 Lorsque les échantillons ont atteint la température de l'air à l'intérieur de l'enceinte ou après 2 h, suivant la durée la plus longue, chaque échantillon est successivement disposé sur la base d'acier comme il est représenté sur la figure 2 et l'on fait tomber le marteau de façon que l'énergie d'impact appliquée (J) soit conforme à celle spécifiée dans le tableau. Dans celui-ci est également spécifiée la masse du marteau et la hauteur de chute.

| Conduits pour contraintes mécaniques: | Energie J | Masse du marteau kg | Hauteur de chute mm |
|---------------------------------------|-----------|---------------------|---------------------|
| Très légères                          | 0,5       | 0,5                 | 100 ± 1             |
| Légères                               | 1,0       | 1,0                 | 100 ± 1             |
| Moyennes                              | 2,0       | 2,0                 | 100 ± 1             |
| Fortes                                | 6,0       | 2,0                 | 300 ± 1             |
| Très fortes                           | 20,0      | 6,8                 | 300 ± 1             |

9.4.5 Après l'essai, neuf des échantillons au moins ne doivent présenter aucun signe de désagréation ni aucune fissure visible sous une vision normale ou corrigée mais sans grossissement.

## 9.5 Essai d'affaissement

9.5.1 Les échantillons de conduit isolant d'une longueur appropriée, comme spécifié dans le tableau suivant, sont cintrés une fois à 90° à la température ambiante avec un rayon de courbure et au moyen d'un dispositif de cintrage spécifiés dans la partie 2 relative au type de conduit considéré. Les échantillons sont alors fixés sur un support rigide au moyen de quatre colliers, comme représenté sur la figure 3.

| Dimension nominale | Longueur des échantillons mm |
|--------------------|------------------------------|
| 16                 | 340                          |
| 20                 | 370                          |
| 25                 | 450                          |
| 32                 | 590                          |
| 40                 | 740                          |
| 50                 | 900                          |
| 63                 | 1 130                        |

9.5.2 Si, conformément aux recommandations du fabricant, on utilise un dispositif mécanique pour le cintrage des conduits rigides, ce dispositif doit être enlevé.

9.5.3 Le support et l'échantillon en place sont alors maintenus pendant 24 h dans une étuve à la température de 60 °C ± 2 °C.

9.5.4 Après cette période, les échantillons étant encore fixés sur leur support, on vérifie le diamètre intérieur minimal comme il est spécifié dans la partie 2 relative au type de conduit considéré.

9.4.4 When the samples have attained the temperature of the air within the refrigerator, or after 2 h, whichever is the longer period, each sample shall be in turn placed in position on the steel base as shown in figure 2 and the hammer is allowed to fall, whereby an impact energy (J) according to the following table is applied. Herein also is specified the weight of the hammer and the fall height.

| Conduits   | Energy<br>J | Weight of the hammer<br>kg | Fall height<br>mm |
|------------|-------------|----------------------------|-------------------|
| Very light | 0,5         | 0,5                        | 100 ± 1           |
| Light      | 1,0         | 1,0                        | 100 ± 1           |
| Medium     | 2,0         | 2,0                        | 100 ± 1           |
| Heavy      | 6,0         | 2,0                        | 300 ± 1           |
| Very heavy | 20,0        | 6,8                        | 300 ± 1           |

9.4.5 After the test, there shall be no sign of disintegration, nor shall there be any crack visible to normal or corrected vision without magnification in at least nine of the samples.

## 9.5 Collapse test

9.5.1 Samples of insulating conduits of suitable length, as specified in the following table, shall be bent at room temperature once through 90° with a radius and a bending device specified in the relevant part 2. The samples shall then be fixed to a rigid support by means of four straps as shown in figure 3.

| Nominal size | Length of samples<br>mm |
|--------------|-------------------------|
| 16           | 340                     |
| 20           | 370                     |
| 25           | 450                     |
| 32           | 590                     |
| 40           | 740                     |
| 50           | 900                     |
| 63           | 1 130                   |

9.5.2 If mechanical bending aids recommended by the manufacturer are used for rigid conduits, the mechanical aids shall be removed.

9.5.3 The support with the sample in position shall be kept for 24 h in a heating cabinet at a temperature of 60 °C ± 2 °C.

9.5.4 After this period, the sample still being secured to the support, the minimum internal diameter is checked as specified in the relevant part 2.

## 10 Résistance à la chaleur

10.1 Les conduits isolants doivent avoir une résistance à la chaleur convenable.

La vérification est effectuée par des essais comme spécifié dans la partie 2 relative au type de conduit considéré.

## 11 Résistance à la combustion

11.1 Les conduits non propagateurs de la flamme doivent avoir une résistance appropriée à la combustion selon 11.4.

La vérification est effectuée par l'essai selon 11.2 et 11.3 par application d'une flamme spécifiée dans la CEI 695-2-4/1.

11.2 L'échantillon de  $(675 \pm 10)$  mm de longueur est monté verticalement dans une enceinte métallique rectangulaire dont une face est ouverte, comme indiqué dans la figure 5, dans un endroit sans courant d'air notable.

Le schéma général de disposition est indiqué dans la figure 6.

Le montage est réalisé au moyen de deux pinces métalliques approximativement équidistantes des extrémités de l'échantillon.

Une tige d'acier du diamètre donné dans le tableau suivant est passée au centre de l'échantillon. Elle est montée de façon rigide et indépendante à l'extrémité supérieure et atteint la partie inférieure de l'échantillon.

| Taille du conduit         | Diamètre de la tige<br>mm |
|---------------------------|---------------------------|
| Jusqu'à 12                | $2,0 \pm 0,1$             |
| Supérieur à 12 jusqu'à 25 | $6,0 \pm 0,1$             |
| Supérieur à 25            | $16,0 \pm 0,1$            |

Un morceau de planche d'aggloméré de pin, de 10 mm d'épaisseur environ, recouverte d'une seule couche de papier mousseline blanc, de densité comprise entre  $12 \text{ g/m}^2$  et  $30 \text{ g/m}^2$  en accord avec l'ISO 4046, est placé sur la face inférieure de l'enceinte.

NOTE – Le moyen de montage de la tige ne devrait pas empêcher les gouttes de tomber sur le papier mousseline.

L'assemblage de l'échantillon, de la tige et du système de fixation est monté verticalement au centre de l'enceinte.

Comme indiqué dans la figure 6:

- le brûleur est fixé selon un angle C de façon que son axe soit à  $45^\circ \pm 2^\circ$  de la verticale;
- la flamme est appliquée à l'échantillon de façon que la distance A du bout du tube de brûleur à l'échantillon, mesurée sur l'axe de la flamme, soit de  $(100 \pm 10)$  mm, que l'axe de la flamme coupe la surface de l'échantillon à un point B situé à  $(100 \pm 5)$  mm de l'extrémité supérieure de la pince inférieure, et que l'axe de la flamme coupe l'axe de l'échantillon.

## 10 Resistance to heat

10.1 Insulating conduits shall have adequate resistance to heat.

Compliance shall be checked by tests as specified in the relevant part 2.

## 11 Resistance to burning

11.1 Non-flame-propagating conduits shall have adequate resistance to burning in accordance with 11.4.

Compliance is checked by the test according to 11.2 and 11.3 by applying a flame specified in IEC 695-2-4/1.

11.2 The sample of length  $(675 \pm 10)$  mm is mounted vertically in a rectangular metal enclosure with one open face, as shown in figure 5, in an area substantially free from draughts.

The general arrangement for the test is shown in figure 6.

Mounting is by means of two metal clamps approximately equidistant from the ends of the sample.

A steel rod, of a diameter as shown in the following table, is passed centrally through the sample. It is rigidly and independently mounted at the top end, and extends to the lower end of the sample.

| Conduit size     | Rod diameter<br>mm |
|------------------|--------------------|
| Up to 12         | $2,0 \pm 0,1$      |
| Over 12 up to 25 | $6,0 \pm 0,1$      |
| Over 25          | $16,0 \pm 0,1$     |

A piece of white pine particle board, approximately 10 mm thick, covered with a single layer of white tissue paper, with a density between  $12 \text{ g/m}^2$  and  $30 \text{ g/m}^2$  in accordance with ISO 4046, is positioned on the lower surface of the enclosure.

NOTE – The means of mounting the rod is such as not to obstruct drops falling on to the tissue paper.

The assembly of sample, rod, and clamping apparatus is mounted vertically in the centre of the enclosure.

As shown in figure 6:

- the burner is supported at an angle C so that its axis is  $45^\circ \pm 2^\circ$  to the vertical;
- the flame is applied to the sample so that the distance A, from the top of the burner tube to the sample measured along the axis of the flame is  $(100 \pm 10)$  mm, and the axis of the flame intersects with the surface of the sample at a point B,  $(100 \pm 5)$  mm from the upper extremity of the lower clamp, and so that the axis of the flame intersects with the axis of the sample.

11.3 La flamme est appliquée à l'échantillon pendant le temps spécifié dans la partie 2 correspondante. La flamme est ensuite enlevée.

Après avoir ôté la flamme et après arrêt de toute combustion de l'échantillon, la surface de l'échantillon est nettoyée par essuyage avec un morceau de chiffon humecté d'eau.

11.4 Si l'échantillon n'est pas enflammé lors de l'essai à la flamme, il est considéré comme ayant réussi l'essai.

Si l'échantillon brûle, ou s'il se consume sans brûler, l'échantillon est considéré comme ayant réussi l'essai si après arrêt de la combustion, et après essuyage selon 11.3, il n'y a pas de trace de combustion ou de carbonisation à moins de 50 mm de n'importe quelle partie d'une pince.

Si l'échantillon brûle, il est considéré comme ayant échoué l'essai si la combustion continue 30 s après que la flamme a été ôtée.

Si le papier mousseline s'enflamme, l'échantillon est considéré comme n'ayant pas réussi l'essai.

Concernant la partie de l'échantillon sous le brûleur, la présence de matériau fondu sur les surfaces extérieure et intérieure n'est pas signe d'échec si l'échantillon lui-même n'est pas brûlé ou carbonisé.

Chacun des trois échantillons doit réussir l'essai.

## **12 Caractéristiques électriques**

### **12.1 Conduits avec continuité électrique**

12.1.1 Les conduits avec continuité électrique doivent être fabriqués de façon qu'ils puissent être utilisés dans une installation comme conducteur de terre ou de protection.

12.1.2 La résistance de ces conduits doit être au plus égale à  $5 \times 10^{-3} \Omega/\text{m}$ .

La vérification est effectuée par l'essai spécifié dans la partie 2 relative au type de conduit considéré.

### **12.2 Conduits avec propriété isolante**

12.2.1 Les conduits isolants doivent avoir une rigidité diélectrique et une résistance d'isolement appropriées.

12.2.1.1 La vérification est effectuée par les essais décrits en 12.2.2 et 12.2.3 qui sont effectués sur trois échantillons de longueur appropriée. L'extrémité de chaque échantillon doit être pourvue d'un revêtement conducteur d'au moins 10 mm de longueur.

11.3 The flame is applied to the sample for a time which is specified in the relevant part 2. The flame is then removed.

After the removal of the flame, and after any burning of the sample has ceased, the surface of the sample is wiped clean by rubbing with a piece of cloth soaked with water.

11.4 If the sample is not ignited by the test flame it shall be deemed to have passed the test.

If the sample burns, or is consumed without burning, the sample shall be deemed to have passed the test if, after any burning has ceased, and after the sample has been wiped in accordance with 11.3, there is no evidence of burning or charring within 50 mm of any part of the clamp.

If the sample burns, it shall be deemed to have failed the test if combustion is still in progress 30 s after the removal of the flame.

If the tissue paper ignites, the sample shall be deemed to have failed the test.

For the part of the sample below the burner, the presence of molten material on the internal or external surfaces shall not entail failure if the sample itself is not burned or charred.

All three samples shall pass the test.

## 12 Electrical characteristics

### 12.1 *Conduits with electrical continuity characteristics*

12.1.1 Such conduits shall be so constructed that they can be used in an installation system as an earthing or protective conductor.

12.1.2 Such conduits shall have a resistance of not more than  $5 \times 10^{-3} \Omega/\text{m}$ .

Compliance shall be checked by the test specified in the relevant part 2.

### 12.2 *Conduits with electrical insulating characteristics*

12.2.1 Insulating conduits shall have an adequate electrical insulating strength and insulation resistance.

12.2.1.1 Compliance shall be checked by the test according to 12.2.2 and 12.2.3, which is made on three samples of appropriate length. The end of each sample shall be provided with a conductive coating, at least of 10 mm length.

### 12.2.2 *Rigidité diélectrique*

12.2.2.1 Les échantillons sont cintrés et immergés sur une longueur de 1 m dans l'eau à une température de  $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$  comme indiqué sur la figure 4, les extrémités étant maintenues au-dessus de l'eau sur une longueur d'environ 100 mm. Pour les essais de 12.2.2 et 12.2.3, du sel (NaCl) doit être ajouté dans l'eau pour obtenir la concentration de 1 g/l. Les échantillons sont alors remplis d'eau de façon que le niveau à l'intérieur soit approximativement le même que celui à l'extérieur et les électrodes sont immergées dans l'eau, une à l'intérieur de chaque échantillon et une autre à l'extérieur.

12.2.2.2 Après 24 h, une tension pratiquement sinusoïdale de 2 000 V et de fréquence 50 Hz est appliquée pendant 15 min entre les électrodes.

12.2.2.3 Au cours de l'essai, il ne doit se produire aucune perforation.

### 12.2.3 *Résistance d'isolement*

12.2.3.1 Immédiatement après, les échantillons sont immergés, comme décrit en 12.2.2.1, dans l'eau maintenue à une température de  $60\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$  et les électrodes sont à nouveau mises en place.

12.2.3.2 Après 2 h, la résistance d'isolement de chacun des trois échantillons est mesurée sous une tension continue de 500 V environ appliquée entre les électrodes, les revêtements conducteurs étant également reliés à la source de tension mais non insérés dans le circuit de mesure.

12.2.3.3 Les mesures sont effectuées après 1 min d'application de la tension.

12.2.3.4 La résistance d'isolement ne doit pas être inférieure à 100 M $\Omega$ .

NOTE – La tension est appliquée aux revêtements conducteurs pour éviter tout courant de fuite le long de la surface non immergée.

## 13 *Influences externes*

13.1 Les conduits doivent présenter une protection appropriée contre les influences externes. Les influences retenues ici sont la présence d'eau, d'huile ou de matériaux de construction, les températures basses et élevées, la présence de substances corrosives ou polluantes et le rayonnement solaire.

NOTE – Les essais portant sur les températures basses et élevées sont couverts par 9.4 et 9.5, ainsi que par l'article 10.

### 13.2 *Pénétration d'eau*

NOTE – Essais à l'étude.

### 13.3 *Pénétration de corps solides étrangers*

NOTE – Essais à l'étude.

### 13.4 *Substances corrosives et polluantes*

### 12.2.2 *Electrical insulating strength*

12.2.2.1 The samples shall be bent and immersed over a length of 1 m in water at a temperature of  $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , as shown in figure 4, a length of about 100 mm at each end being kept above the water level. For the tests of 12.2.2 and 12.2.3, 1 g of salt (NaCl) shall be dissolved in each litre of tap water. Water shall then be poured into the sample so that the levels inside and outside are approximately the same, and one electrode is immersed in the water inside each sample, and another electrode in the water outside.

12.2.2.2 After 24 h, a voltage of 2 000 V, of substantially sine-wave form and having a frequency of 50 Hz, shall be applied for 15 min between the electrodes.

12.2.2.3 No breakdown shall occur during the test.

### 12.2.3 *Insulation resistance*

12.2.3.1 Immediately afterwards, the same samples shall be immersed, as described in 12.2.2.1, in water maintained at a temperature of  $60\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , and the electrodes shall again be placed in position.

12.2.3.2 After 2 h, the insulation resistance of each sample shall be measured by applying a d.c. voltage of approximately 500 V between the electrodes, the conductive coating also being connected to the voltage source, but not included in the measuring circuit.

12.2.3.3 The measurements shall be made 1 min after application of the voltage.

12.2.3.4 The insulation resistance shall not be less than 100 M $\Omega$ .

NOTE – The voltage is applied to the conductive coating in order to exclude any leakage current along the exposed surface.

## 13 *External influences*

13.1 Conduits shall have adequate protection against external influences. The influences included here are presence of water, oil or building materials, low or high temperatures, corrosive and polluting substances, and solar radiation.

NOTE – Tests for low and high temperatures are covered by 9.4 and 9.5, and clause 10.

### 13.2 *Ingress of water*

NOTE – Tests are under consideration.

### 13.3 *Ingress of solid foreign bodies*

NOTE – Tests are under consideration.

### 13.4 *Corrosion and polluting substances*

13.4.1 Les conduits métalliques doivent être convenablement protégés contre la corrosion interne et la corrosion externe.

13.4.2 La vérification est effectuée:

- par l'essai de 13.4.3 pour les conduits avec protection interne et protection externe faibles;
- par l'essai de 13.4.4 pour les conduits avec protection interne et protection externe moyennes;
- par l'essai de 13.4.5 pour les conduits avec protection interne et protection externe élevées.

13.4.3 Les échantillons de conduits à faible protection sont lentement cintrés sur un mandrin d'acier lisse et cylindrique, dont le rayon, exprimé en millimètres, est:

- de 10 fois le diamètre nominal, pour les conduits dont le diamètre nominal ne dépasse pas 25;
- de 12 fois le diamètre nominal, pour les autres conduits.

Une feuille de carton, ou d'un matériau analogue, d'environ 3 mm d'épaisseur, est placée entre le conduit et le mandrin.

Après cet essai, le revêtement du conduit ne doit présenter aucun dommage.

13.4.4 Les échantillons de conduits à protection moyenne sont cintrés comme indiqué en 9.2.2, nettoyés avec un tampon d'ouate imbibé de benzène, puis séchés.

La partie cintrée de chaque échantillon est immergée dans une solution aqueuse contenant 0,75 % de ferricyanure de potassium ( $K_3Fe(CN)_6$ ) et 0,25 % de persulfate d'ammonium ( $(NH_4)_2S_2O_8$ ); une quantité d'environ 0,1 % d'un agent mouillant convenable, par exemple un sel de sodium d'un acide alkylnaphtalène sulfonique, est ajoutée à cette solution.

La solution et les échantillons sont maintenus à la température de  $20\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ .

Chaque échantillon est essayé séparément dans une solution fraîche.

Après 5 min d'immersion, les échantillons sont retirés de la solution et mis à sécher à l'air à la température ambiante.

Après cet essai, les échantillons ne doivent pas présenter plus de deux taches colorées en bleu par centimètre carré de surface, aucune tache ne devant avoir une dimension dépassant 1,5 mm.

Les traces de rouille sur les arêtes vives et les filetages, ainsi que les voiles jaunâtres disparaissant par simple frottement, ne sont pas pris en considération.

Pour les conduits, l'essai peut être effectué sur des échantillons déjà soumis à l'essai de 9.2.2.

13.4.1 Metal conduits shall be adequately protected against corrosion both outside and inside.

13.4.2 Compliance shall be checked:

- for conduits with low protection outside and inside by the test of 13.4.3;
- for conduits with medium protection outside and inside by the test of 13.4.4;
- for conduits with high protection outside and inside by the test of 13.4.5.

13.4.3 Samples of conduits with low protection shall be slowly bent round a smooth cylindrical steel mandrel, having a radius, in millimetres, of:

- 10 times the nominal size, for conduits of nominal size not exceeding 25;
- 12 times the nominal size, for other conduits.

A sheet of cardboard or the like, about 3 mm thick, shall be placed between the conduit and the mandrel.

After the test, the coating of the conduit shall show no damage.

13.4.4 Samples of conduits with medium protection shall be bent as described in 9.2.2, cleaned with a piece of wadding soaked in benzene, and then dried.

The bent part of each sample shall be immersed in a solution of 0,75 % potassium ferricyanide ( $K_3Fe(CN)_6$ ) and 0,25 % ammonium persulphate ( $(NH_4)_2S_2O_8$ ) in water; a quantity of about 0,1 % of a suitable wetting agent, for instance a sodium salt of an alkylnaphthalene sulphonic acid, shall be added to the solution.

The solution and the samples shall be maintained at a temperature of  $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Each sample shall be tested separately, a fresh solution being used each time.

After immersion for 5 min, the samples shall be removed from the solution and left to dry in air at room temperature.

After the test, the samples shall show not more than two blue coloured spots on each square centimetre of the surface, and no spot shall have a dimension larger than 1,5 mm.

Traces of rust on sharp edges and screw threads, and any yellowish film removable by rubbing, shall be ignored.

For conduits, the test may be made on the samples which have been subjected to the test of 9.2.2.

13.4.5 Les échantillons de conduits à protection élevée sont cintrés comme indiqué en 9.2.2, dégraissés par immersion dans du trichloréthane pendant 10 min et séchés avec un morceau de tissu doux et propre.

Ils sont ensuite immergés pendant 15 s dans une solution aqueuse à 2 % d'acide sulfurique ( $H_2SO_4$ ), rincés complètement à l'eau courante, puis de nouveau séchés avec un morceau de tissu doux et propre. La partie cintrée de l'échantillon est plongée dans une solution de sulfate de cuivre ( $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ ) dans de l'eau distillée, ayant une masse volumique de  $1,186 \text{ kg/dm}^3$  à  $20^\circ\text{C}$ . La solution et les échantillons sont maintenus à la température de  $20^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$  sans agitation.

La solution est réalisée en dissolvant 360 g de sulfate de cuivre cristallisé ( $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ ) dans 1 l d'eau distillée avec neutralisation au carbonate de cuivre ou à l'hydroxyde de cuivre (environ 1 g/l). La masse volumique est alors contrôlée et ajustée si nécessaire.

Le récipient utilisé ne doit pas réagir avec la solution; ses dimensions doivent permettre de laisser un espace libre d'au moins 25 mm entre ses parois et l'échantillon.

L'échantillon est immergé quatre fois de suite dans la même solution, chaque fois pendant 1 min, la solution étant renouvelée à chaque échantillon.

Après chaque immersion, l'échantillon est immédiatement rincé à l'eau courante et brossé pour enlever tout dépôt noir.

L'échantillon est ensuite essuyé à sec avec un morceau de tissu doux et propre et, sauf après la quatrième immersion, immédiatement remis dans la solution.

Il faut prendre soin de nettoyer tous les trous et les creux.

Après l'essai, les échantillons ne doivent présenter aucune précipitation cuivreuse qu'on ne puisse enlever en frottant sous eau courante, si nécessaire après immersion dans une solution aqueuse à 10 % d'acide chlorhydrique (HCl) pendant 15 s.

Les traces de précipitations cuivreuses sur les filetages ne sont pas prises en considération.

Pour les conduits, l'essai peut être effectué sur des échantillons déjà soumis à l'essai de 9.2.2.

### 13.5 Rayonnement solaire

NOTE – Essai à l'étude.

13.4.5 Samples of conduits with high protection shall be bent as described in 9.2.2, degreased by immersion in trichloroethane for 10 min, and wiped dry with a piece of clean soft cloth.

They shall then be immersed in a 2 % solution of sulphuric acid ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) in water for 15 s, thoroughly cleaned in running water, and again wiped dry with a piece of clean soft cloth. The bent part of each sample shall be immersed in a solution of copper sulphate ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) in distilled water, having a specific gravity of  $1,186 \text{ kg/dm}^3$  at  $20^\circ\text{C}$ . The solution and the samples shall be maintained at a temperature of  $20^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ , without stirring.

The solution shall be made by dissolving 360 g of crystalline copper sulphate ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) in 1 l of distilled water and neutralizing with copper carbonate or copper hydroxide (about 1 g/l). The specific gravity shall then be checked and adjusted, if necessary.

The container shall be such that it will not react with the solution and shall be of such size that there is a clearance of at least 25 mm between the walls and the sample.

Each sample shall be immersed four times in succession in the same solution, each time for 1 min, a fresh solution being used for each sample.

After each immersion, the sample shall immediately be cleaned in running water with a brush to remove any black deposit.

The sample shall then again be wiped dry with a piece of clean soft cloth and, except after the fourth immersion, returned immediately into the solution.

Care shall be taken to clean out all holes and pockets.

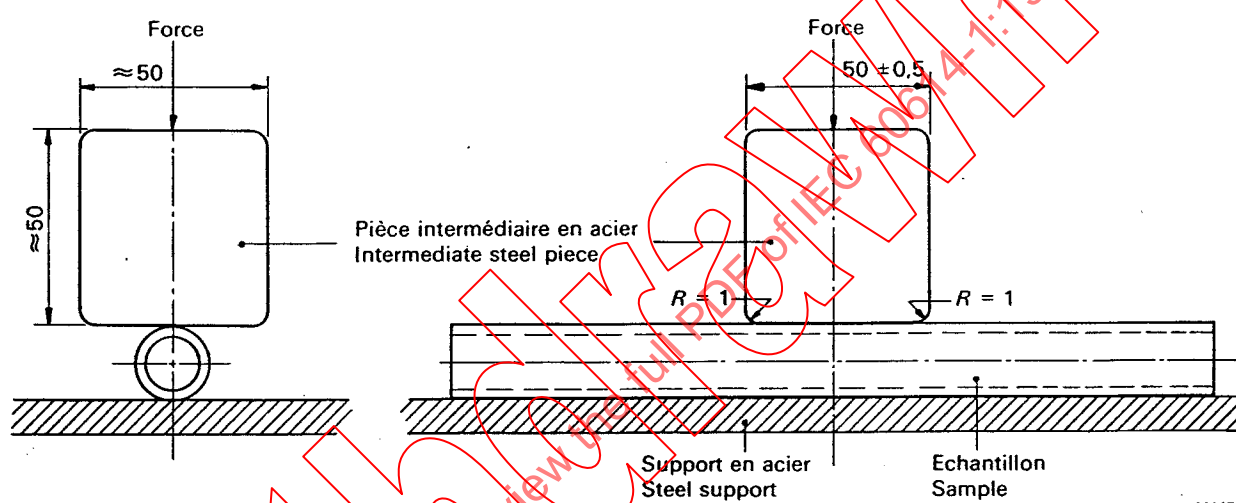
After the test, the samples shall show no precipitation of copper which cannot be scrubbed off in running water. If necessary after immersion in a 10 % solution of hydrochloric acid (HCl) in water for 15 s.

Traces of copper precipitation on screw threads shall be ignored.

For conduits, the test may be made on the samples which have been subjected to the test of 9.2.2.

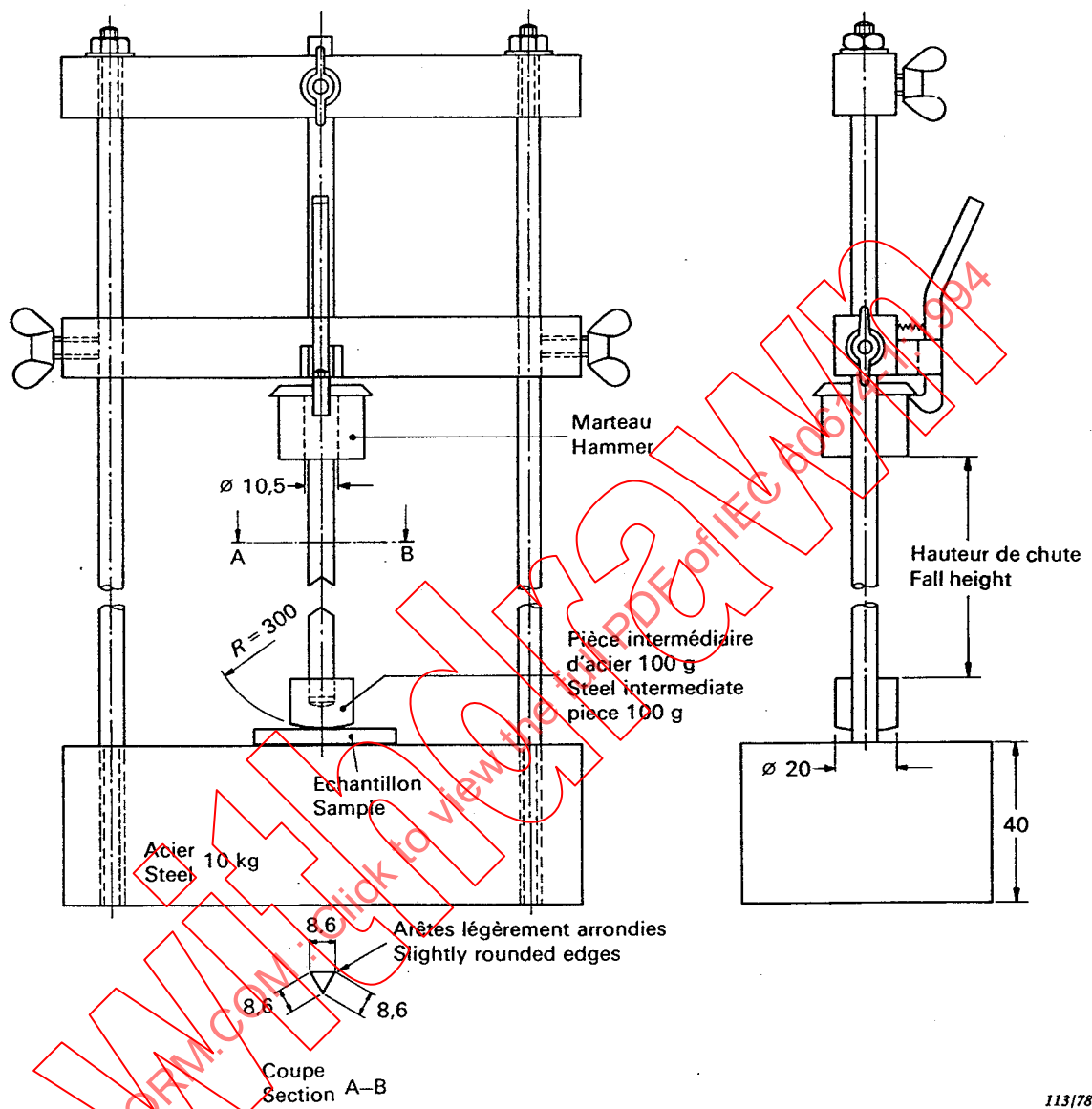
### 13.5 Solar radiation

NOTE – Tests are under consideration.



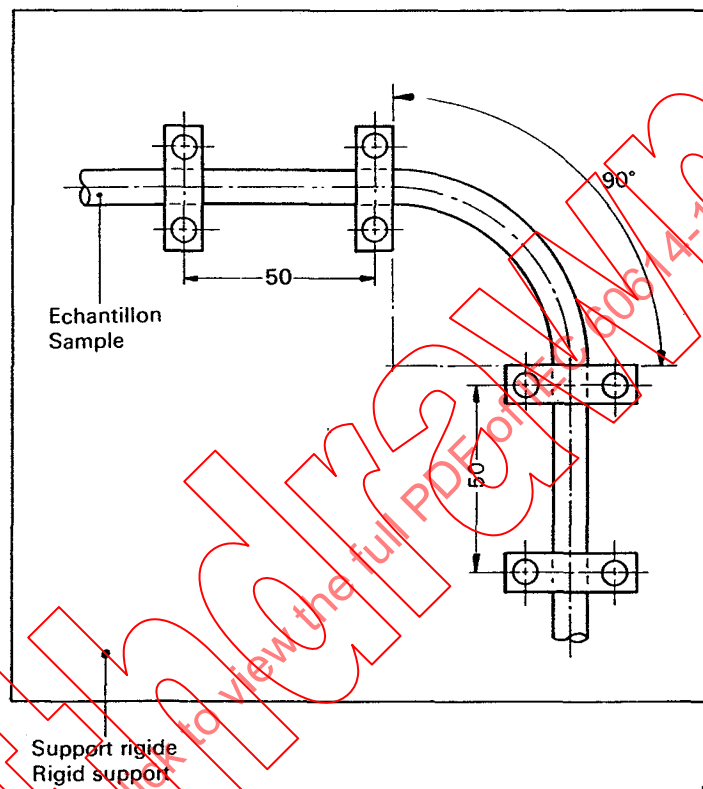
112/78

**Figure 1 – Disposition pour l'essai d'écrasement**  
**Arrangement for compression test**



113/78

**Figure 2 – Appareil d'essai de choc**  
**Impact test apparatus**



114/78

**Figure 3 – Disposition pour l'essai d'affaissement**  
**Arrangement for collapse test**