

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60673

Première édition
First edition
1980-01

**Fils simples miniatures d'équipement pour
basses fréquences, à conducteur massif ou
divisé, isolés aux résines fluorohydrocarbonées**

**Low-frequency miniature equipment wires
with solid or stranded conductor, fluorinated
polyhydrocarbon type insulation, single**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60673: 1980

Numéros des publications

Depuis le 1er 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**

60673

Première édition
First edition
1980-01

**Fils simples miniatures d'équipement pour
basses fréquences, à conducteur massif ou
divisé, isolés aux résines fluorohydrocarbonées**

**Low-frequency miniature equipment wires
with solid or stranded conductor, fluorinated
polyhydrocarbon type insulation, single**

© IEC 1980 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

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



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

P

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

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
Articles	
1. Généralités	8
2. Construction et dimensions des fils	8
2.1 Conducteur	8
2.2 Enveloppe isolante	10
3. Prescriptions mécaniques	12
3.1 Conducteur	12
3.2 Enveloppe isolante	14
3.3 Essai de pénétration	14
3.4 Essai de point de fusion	16
3.5 Masse volumique	16
3.6 Essai de choc thermique	16
4. Prescriptions thermiques et climatiques	16
4.1 Mesure de la contraction de l'enveloppe isolante après échauffement du conducteur	16
5. Prescriptions électriques	18
5.1 Résistance électrique du conducteur	18
5.2 Rigidité diélectrique	18
5.3 Résistance d'isolement	18
6. Données techniques	18
6.1 Permittivité et angle de pertes δ	18
6.2 Intensité admissible (<i>à l'étude</i>)	18
TABLEAU I – Dimensions et caractéristiques électriques. Conducteurs massifs	20
TABLEAU II – Dimensions et caractéristiques électriques. Conducteurs divisés	20
ANNEXE A – Essais de «trous d'épingle» du revêtement	22
ANNEXE B – Essai de pénétration	24
ANNEXE C – Essai de point de fusion	26
ANNEXE D – Couleurs recommandées	28
ANNEXE E – Calcul du diamètre maximal des conducteurs isolés	30

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
1. General	9
2. Wire construction and dimensions	9
2.1 Conductor	9
2.2 Insulation	11
3. Mechanical requirements	13
3.1 Conductor	13
3.2 Insulation	15
3.3 Cut-through test	15
3.4 Melting point test	17
3.5 Density	17
3.6 Heat shock test	17
4. Thermal stability and climatic requirements	17
4.1 Measurement of insulation shrinkage after over-heating of conductor	17
5. Electrical requirements	19
5.1 Electrical resistance of conductor	19
5.2 Dielectric strength	19
5.3 Insulation resistance	19
6. Engineering data	19
6.1 Permittivity and tangent δ	19
6.2 Current-carrying capacity (<i>under consideration</i>)	19
TABLE I – Dimensions and electrical properties. Solid conductors	21
TABLE II – Dimensions and electrical properties. Stranded conductors	21
APPENDIX A – Testing the coating for pinholes	23
APPENDIX B – Cut-through test	25
APPENDIX C – Melting point test	27
APPENDIX D – Preferred colours	29
APPENDIX E – Calculation of the maximum diameter of insulated conductors	31

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**FILS SIMPLES MINIATURES D'ÉQUIPEMENT POUR BASSES
FRÉQUENCES, À CONDUCTEUR MASSIF OU DIVISÉ,
ISOLÉS AUX RÉSINES FLUOROHYDROCARBONÉES**

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PRÉFACE

La présente norme a été établie par le Sous-Comité 46C: Câbles et fils pour basses fréquences, du Comité d'Etudes N° 46 de la CEI: Câbles, fils et guides d'ondes pour équipements de télécommunications.

Des projets furent discutés lors des réunions tenues à Bucarest en 1974 et à Stockholm en 1976. A la suite de cette réunion, un projet, document 46C(Bureau Central)89, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en mars 1977.

Des modifications, document 46C(Bureau Central)114, furent soumises à l'approbation des Comités nationaux suivant la Procédure des Deux Mois en avril 1979.

Les Comités nationaux des pays ci-après se sont prononcés explicitement en faveur de la publication:

Allemagne
Belgique
Canada
Danemark
Egypte
Espagne
Etats Unis d'Amérique
France
Italie

Norvège
Pays-Bas
Roumanie
Royaume-Uni
Suède
Suisse
Tchécoslovaquie
Turquie

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**LOW-FREQUENCY MINIATURE EQUIPMENT WIRES
WITH SOLID OR STRANDED CONDUCTOR,
FLUORINATED POLYHYDROCARBON TYPE INSULATION, SINGLE**

FOREWORD

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

PREFACE

This standard has been prepared by Sub-Committee 46C: L.F. Cables and Wires, of IEC Technical Committee No. 46: Cables, Wires and Waveguides for Telecommunication Equipment.

Drafts were discussed at meetings held in Bucharest in 1974 and in Stockholm in 1976. As a result of this latter meeting, a draft, Document 46C(Central Office)89, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in March 1977.

Modifications, Document 46C(Central Office)114, were submitted to the National Committees for approval under the Two Months' Procedure in April 1979.

The National Committees of the following countries voted explicitly in favour of publication:

Belgium
Canada
Czechoslovakia
Denmark
Egypt
France
Germany
Italy
Netherlands

Norway
Romania
Spain
Sweden
Switzerland
Turkey
United Kingdom
United States of America

Autres publications de la CEI citées dans la présente norme:

- Publications n^{os}
- 28: Spécification internationale d'un cuivre-type recuit.
 - 189-1: Câbles et fils pour basses fréquences isolés au p.v.c. et sous gaine de p.v.c., Première partie: Méthodes générales d'essai et de vérification.
 - 189-3: Troisième partie: Fils simples d'équipement, à conducteur massif ou divisé, isolé au p.v.c.
 - 304: Couleurs de référence de l'enveloppe isolante en p.v.c. pour câbles et fils pour basses fréquences.
 - 344: Guide pour le calcul de la résistance des conducteurs de cuivre nu ou recouvert dans les câbles et fils pour basses fréquences (deuxième édition).
 - 538: Câbles, fils et cordons électriques: Méthodes d'essai pour isolants et gaines en polyéthylène.
 - 649: Calcul du diamètre extérieur maximal des câbles pour installations intérieures.

Withdrawing
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60673:1980

Other IEC publications quoted in this standard:

- Publications Nos. 28: International Standard of Resistance for Copper.
189-1: Low-frequency Cables and Wires with P.V.C. Insulation and P.V.C. Sheath, Part 1: General Test and Measuring Methods.
189-3: Part 3: Equipment Wires, with Solid or Stranded Conductor, P.V.C. Insulated, Single.
304: Standard Colours for P.V.C. Insulation for Low-frequency Cables and Wires.
344: Guide to the Calculation of Resistance of Plain and Coated Copper Conductors of Low-frequency Cables and Wires (second edition).
538: Electric Cables, Wires and Cords: Methods of Test for Polyethylene Insulation and Sheath.
649: Calculation of Maximum External Diameter of Cables for Indoor Installations.

Withd 2021
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60673:1980

FILS SIMPLES MINIATURES D'ÉQUIPEMENT POUR BASSES FRÉQUENCES, À CONDUCTEUR MASSIF OU DIVISÉ, ISOLÉS AUX RÉSINES FLUOROHYDROCARBONÉES

1. Généralités

- 1.1 Les fils d'équipement sont destinés à être utilisés dans le câblage interne:
- des équipements de transmission;
 - des équipements de téléphonie et de télégraphie;
 - des équipements pour le traitement de l'information;
 - des équipements électroniques.
- 1.2 Cette norme doit être utilisée conjointement avec la Publication 189-1 de la CEI: Câbles et fils pour basses fréquences isolés au p.v.c. et sous gaine de p.v.c., Première partie: Méthodes générales d'essai et de vérification.
- 1.3 C'est au fabricant qu'incombe la responsabilité d'établir l'assurance de la qualité par des contrôles de qualité qui assurent que le produit satisfait aux exigences de la présente spécification. Il n'est pas prévu qu'un programme d'essais complet soit effectué sur chaque longueur de fil. Si l'acheteur souhaite spécifier des essais d'acceptation ou d'autres essais de qualité, il est essentiel que l'acheteur et le constructeur parviennent à un accord lors de la commande.

2. Construction et dimensions des fils

2.1 Conducteur

2.1.1 Nature du conducteur

Le conducteur doit être en cuivre recuit ou en alliage de cuivre, de qualité homogène, sans défaut. Le cuivre répondra aux exigences de la Publication 28 de la CEI: Spécification internationale d'un cuivre-type recuit.

2.1.2 Type du conducteur

Le conducteur peut être massif ou divisé.

Le conducteur massif doit être constitué d'un seul brin de section circulaire.

Le conducteur divisé doit être constitué de plusieurs brins de section circulaire enroulés en hélice ou assemblés en faisceau, et sans isolation entre eux.

Des conducteurs en alliage de cuivre peuvent être utilisés pour les fils à conducteurs massifs ayant un diamètre $\leq 0,32$ mm.

LOW-FREQUENCY MINIATURE EQUIPMENT WIRES WITH SOLID OR STRANDED CONDUCTOR, FLUORINATED POLYHYDROCARBON TYPE INSULATION, SINGLE

1. General

1.1 Equipment wires are used for the internal wiring of the following:

- transmission equipment;
- telephone and telegraph equipment;
- equipment for data processing;
- electronic equipment.

1.2 This standard shall be used in conjunction with IEC Publication 189-1: Low-frequency Cables and Wires with P.V.C. Insulation and P.V.C. Sheath, Part 1: General Test and Measuring Methods.

1.3 It is the responsibility of the manufacturer to establish quality assurance by quality control procedures which will ensure that the product will meet the requirements of this specification. It is not intended that a complete testing programme shall be carried out on every length of wire. When the purchaser wishes to specify acceptance tests or other quality procedures, it is essential that agreement be reached between the purchaser and the manufacturer by the time of ordering.

2. Wire construction and dimensions

2.1 Conductor

2.1.1 Conductor material

The conductor shall consist of annealed copper or copper alloy, uniform in quality and free from defects. The properties of the copper shall be in accordance with IEC Publication 28: International Standard of Resistance for Copper.

2.1.2 Type of conductor

The conductor may be solid or stranded.

The solid conductor shall consist of a single strand of circular cross-section.

The stranded conductor shall consist of several strands of circular cross-section assembled either by concentric layer stranding or by bunching, and without insulation between them.

Copper alloy conductors may be used for wires with a solid conductor having a diameter ≤ 0.32 mm.

2.1.3 *Etat de surface du conducteur*

Le conducteur doit être ou recouvert d'argent, ou recouvert d'un autre métal convenable, et doit pouvoir être étamé immédiatement après avoir été dépouillé de son isolant, sauf dans le cas du conducteur recouvert de nickel. Dans le cas de l'enveloppe isolante ETFE, le revêtement peut être supprimé.

2.1.4 *Dimensions du conducteur*

Le conducteur massif est désigné par son diamètre nominal.

Le conducteur divisé est désigné par sa section nominale, le nombre de brins et le diamètre maximal des brins.

Les dimensions sont données dans les tableaux I et II, page 20.

2.1.5 *Continuité du conducteur*

Le conducteur doit, en principe, être d'un seul tenant. Il peut, en cas de nécessité, comporter des soudures, pour autant que la charge de rupture d'une soudure soit au moins égale à 85 % de la charge de rupture du conducteur non soudé.

Des soudures dans un conducteur divisé fini ne sont pas autorisées.

2.2 *Enveloppe isolante*

2.2.1 *Nature de l'enveloppe isolante*

L'enveloppe isolante doit être à base de résine fluorohydrocarbonée.

Cette norme se rapporte en particulier au :

- polytétrafluoréthylène (PTFE);
- fluoréthylène propylène (FEP);
- éthylène tétrafluoréthylène (ETFE);
- éthylène chlorotrifluoréthylène (E-CTFE);
- polyfluorure de vinylidène réticulé (PVF₂)

2.2.2 *Épaisseur de l'enveloppe isolante*

L'enveloppe isolante doit être parfaitement continue et d'épaisseur aussi uniforme que possible sans être inférieure à la valeur indiquée dans les tableaux I et II.

Le diamètre maximal du conducteur isolé est calculé en accord avec la méthode donnée dans l'annexe E.

La vérification de l'épaisseur minimale de l'enveloppe isolante s'effectue par la méthode décrite dans le paragraphe 2.2.1 de la Publication 189-1 de la CEI.

2.2.3 *Application de l'enveloppe isolante*

L'enveloppe isolante doit s'appliquer étroitement au conducteur sans y adhérer.

La vérification de la non-adhérence de l'enveloppe isolante au conducteur s'effectue par la méthode décrite dans le paragraphe 3.4.1 de la Publication 189-1 de la CEI.

Il doit être possible de dépouiller facilement le conducteur de son enveloppe isolante sans dommage pour l'enveloppe isolante, pour le conducteur et pour le revêtement, s'il existe.

2.1.3 Conductor finish

The conductor shall be either silver plated or coated with other suitable metal, and shall be capable of being tinned immediately after removal of the insulation, except in the case of a nickel-coated conductor. In the case of ETFE insulation, the coating may be omitted.

2.1.4 Conductor dimensions

The solid conductor is designated by its nominal diameter.

The stranded conductor is designated by its nominal cross-sectional area, the number of strands and maximum diameter of strands.

Dimensions are given in Tables I and II, page 21.

2.1.5 Continuity of conductor

Normally the conductor shall be drawn in one piece. In cases of necessity, joints in the conductor are permitted, provided that the tensile strength of a joint is not less than 85% of the tensile strength of the unjointed conductor.

Joints in a complete stranded conductor are not permitted.

2.2 Insulation

2.2.1 Insulation material

The insulation shall consist of a fluorinated polyhydrocarbon based material.

This standard in particular gives details on:

- polytetrafluoroethylene (PTFE);
- fluorinated ethylene propylene (FEP);
- ethylene tetrafluoroethylene (ETFE);
- ethylene chlorotrifluoroethylene (E-CTFE);
- polyvinylidene fluoride cross-linked (PVF₂).

2.2.2 Insulation thickness

The insulation shall be perfectly continuous having a thickness as uniform as possible and not less than the value specified in Tables I and II.

The maximum diameter of the wire is calculated in accordance with the method given in Appendix E.

The minimum thickness of the insulation shall be measured in accordance with the method specified in Sub-clause 2.2.1 of IEC Publication 189-1.

2.2.3 Application of the insulation

The insulation shall be applied to fit closely to the conductor without adhering to it.

The stripping properties of the insulation shall be checked in accordance with the method specified in Sub-clause 3.4.1 of IEC Publication 189-1.

It shall be possible to strip the insulation from the conductor easily and without damage to the insulation, to the conductor or to the coating, if any.

Cependant, dans certains cas particuliers, parmi lesquels il convient de citer l'application de la technique des connexions enroulées ou l'utilisation de machines automatiques à dénuder, une méthode objective de vérification de la non-adhérence peut être requise. Dans ce cas, et uniquement pour les conducteurs massifs, après accord entre client et constructeur, la méthode décrite dans le paragraphe 3.4.2 de la Publication 189-1 de la CEI doit être utilisée.

2.2.4 Couleur de l'enveloppe isolante

Les conducteurs isolés doivent être d'une couleur ou de deux couleurs différentes.

Les couleurs doivent correspondre d'assez près aux couleurs de référence figurant dans la Publication 304 de la CEI: Couleurs de référence de l'enveloppe isolante en p.v.c. pour câbles et fils pour basses fréquences.

Leur résistance à la lumière du jour, vérifiée conformément à la Recommandation ISO/R 105 (1978), ne doit pas être inférieure à la norme 4, en prolongeant l'exposition jusqu'à ce que le contraste soit équivalent à la nuance 4 sur l'échelle des gris.

Lorsque deux couleurs sont utilisées, les règles pour deux couleurs spécifiées dans le paragraphe 2.2.4 de la Publication 189-3 de la CEI: Câbles et fils pour basses fréquences isolés au p.v.c. et sous gaine de p.v.c., Troisième partie: Fils simples d'équipement, à conducteur massif ou divisé, isolé au p.v.c., doivent être appliquées, sauf la largeur des anneaux ou des hélices, qui doit être adaptée au diamètre du fil.

La couleur de l'enveloppe isolante doit être conforme à l'annexe D.

3. Prescriptions mécaniques

3.1 Conducteur

3.1.1 L'allongement à la rupture du conducteur dénudé ne doit pas être inférieur à la valeur spécifiée dans le tableau suivant:

Diamètre nominal du fil		Allongement minimal	
Supérieur à (mm)	Jusqu'à (mm)	Cuivre (%)	Alliage de cuivre (%)
–	0,12	–	6,0
0,12	0,2	8,0	6,0
0,2	0,4	10,0	8,0
0,4	–	15,0	–

La vérification s'effectue en mesurant l'allongement à la rupture selon la méthode décrite dans le paragraphe 3.3 de la Publication 189-1 de la CEI.

3.1.1.1 La charge de rupture de l'alliage de cuivre ne doit pas être inférieure à:

$$350 \text{ N/mm}^2 *$$

* $\text{N/mm}^2 = \text{MPa}$.

In particular cases, however, for example where wires are to be used employing wire wrapping techniques, or where mechanical stripping devices are being used, a controlled method of test may be required. In such cases, and only for solid conductors, by agreement between customer and manufacturer, the method specified in Sub-clause 3.4.2 of IEC Publication 189-1 shall be adopted.

2.2.4 Colour of insulation

The insulated conductors shall be coloured by one colour or by two different colours.

Colours shall correspond reasonably with the standard colours shown in IEC Publication 304: Standard Colours for P.V.C. Insulation for Low-frequency Cables and Wires.

Colour fastness to daylight, checked according to ISO Recommendation R 105 (1978), shall be rated at not less than standard 4, prolonging the exposure until the contrast is equivalent to grade 4 on the grey scale.

When two colours are used, the conditions for two colours specified in Sub-clause 2.2.4 of IEC Publication 189-3: Low-frequency Cables and Wires with P.V.C. Insulation and P.V.C. Sheath, Part 3: Equipment Wires, with Solid or Stranded Conductor, P.V.C. Insulated, Single, shall apply except that the width of the rings or helices must be adjusted according to the diameter of the wire.

The colour of the insulation shall be in accordance with Appendix D.

3. Mechanical requirements

3.1 Conductor

3.1.1 Elongation at break of the bare conductor shall be not less than the value specified in the following table.

Nominal diameter of wire		Minimum elongation	
Above (mm)	Up to (mm)	Copper (%)	Copper alloy (%)
–	0.12	–	6.0
0.12	0.2	8.0	6.0
0.2	0.4	10.0	8.0
0.4	–	15.0	–

Compliance shall be checked by measuring the elongation at break in accordance with the method specified in Sub-clause 3.3 of IEC Publication 189-1.

3.1.1.1 Tensile strength of copper alloy shall be not less than:

$$350 \text{ N/mm}^2 *$$

* $\text{N/mm}^2 = \text{MPa}$.

3.1.2 Soudabilité

Les conducteurs doivent pouvoir être soudés ou étamés.

La vérification s'effectue en procédant à l'essai de soudage d'échantillons de conducteurs, selon la méthode décrite dans le paragraphe 4.7 de la Publication 189-1 de la CEI.

Cet essai ne s'applique pas aux conducteurs recouverts de nickel.

La qualité de l'étamage est mise en évidence par l'écoulement libre de la soudure avec un mouillage convenable des extrémités des conducteurs.

3.1.3 Essai de continuité du revêtement

Le revêtement sera considéré comme continu et exempt de «trous d'épingle» si, après avoir effectué l'essai décrit dans l'annexe A, aucun point noir n'est visible.

Les points noirs situés à moins de 10 mm des extrémités ne sont pas pris en considération.

Si l'un des échantillons n'a pas satisfait à l'essai ci-dessus, trois échantillons supplémentaires seront essayés et aucun défaut ne sera toléré.

3.2 Enveloppe isolante

L'enveloppe doit avoir une résistance mécanique et une élasticité appropriées.

3.2.1 Caractéristiques physiques

Essais	Méthode	ETFE	FEP	PTFE	E-CTFE	PVF ₂
Températures maximales en service*		150 °C	200 °C	200 °C (Ag) 250 °C (Ni)	150 °C	–
Température en service continu		135 °C	180 °C	200 °C (Ag) 250 °C (Ni)	A l'étude	135 °C
Choc thermique	Paragraphe 3.6	6 h à 200±5 °C	6 h à 250±5 °C	6 h à 290±5 °C	6 h à 200±5 °C	6 h à 200±5 °C
Point de fusion ou seuil de transformation	Paragraphe 3.4	270±10 °C	275±10 °C	≥320 °C	235±10 °C	Réticulé
Masse volumique	Paragraphe 3.5	1,6 à 1,8 g/cm ³	2,0 à 2,3 g/cm ³	2,0 à 2,3 g/cm ³	1,6 à 1,8 g/cm ³	1,7 à 1,8 g/cm ³

* Les températures indiquées sont des températures maximales et, avec exception pour le PTFE, ne peuvent s'appliquer que pendant un temps limité.

Note. – Les valeurs de point de fusion et de masse volumique ne sont données qu'à titre indicatif.

3.3 Essai de pénétration

Le fil est soumis à l'essai décrit à l'annexe B.

La force minimale de pénétration doit être conforme au tableau ci-après.

3.1.2 Solderability

The conductors shall be capable of being soldered or tinned.

Compliance shall be checked by means of the solder test on samples of the conductors in accordance with the method specified in Sub-clause 4.7 of IEC Publication 189-1.

This test does not apply to nickel-coated conductors.

Good tinning shall be evidenced by free flowing of the solder with wetting of the conductor ends.

3.1.3 Pinhole test

The coating shall be deemed free from pinholes if, after completion of the test described in Appendix A, no black spots are visible.

Black spots within approximately 10 mm from the end of the conductor shall not be considered.

Failure of one test specimen to pass the above test shall require testing of three additional specimens with no failure permitted.

3.2 Insulation

The insulation shall have adequate mechanical strength and elasticity.

3.2.1 Physical characteristics

Tests	Method	ETFE	FEP	PTFE	E-CTFE	PVF ₂
Maximum operating temperatures*		150 °C	200 °C	200 °C (Ag) 250 °C (Ni)	150 °C	–
Continuous operating temperature		135 °C	180 °C	200 °C (Ag) 250 °C (Ni)	Under consideration	135 °C
Heat shock	Sub-clause 3.6	6 h at 200±5 °C	6 h at 250±5 °C	6 h at 290±5 °C	6 h at 200±5 °C	6 h at 200±5 °C
Melting point or transformation limit	Sub-clause 3.4	270±10 °C	275±10 °C	≥320 °C	235±10 °C	Cross-linked
Density	Sub-clause 3.5	1.6 to 1.8 g/cm ³	2.0 to 2.3 g/cm ³	2.0 to 2.3 g/cm ³	1.6 to 1.8 g/cm ³	1.7 to 1.8 g/cm ³

* The temperatures given are maximum and, with the exception of PTFE, apply only for a limited time.

Note. – Values for melting point and density are given only for information.

3.3 Cut-through test

The wire shall be subjected to the test described in Appendix B.

The minimum strength at cut-through shall be in accordance with the table hereafter.

Conducteur		Épaisseur de l'isolant Valeur nominale (mm)	Force minimale de pénétration		
Massif Diamètre nominal (mm)	Divisé Section nominale (mm ²)		PTFE FEP (N)	ETFE E-CTFE* (N)	PVF ₂ Réticulé* (N)
0,25	0,035	0,15	4,5	10	13
	0,055		4,5	10	13
0,32	0,079		4,5	10	13
	0,12		5,0	11	15
0,40	0,12		5,0	11	15
	0,22		5,5	12	15
0,50	0,34		5,5	12	16
	0,56		6,0	13	18
			6,5	14	19
			7,0	15	20
0,25	0,035	0,25	7,5	17	22
	0,055		11	24	28
0,32	0,079		11	24	28
	0,12		11	24	28
0,40	0,12		12	26	30
	0,22		12	27	30
0,50	0,22		12	28	33
			13	29	33
			13	30	35
			14	32	37
	0,12	0,40	27	60	70
	0,22		30	66	72

* Valeurs provisoires.

3.4 Essai de point de fusion

L'isolant doit satisfaire à l'essai décrit dans l'annexe C.

3.5 Masse volumique

La masse volumique de l'isolant doit être déterminée en utilisant une méthode normale de balance à densité. En cas de désaccord, la méthode décrite dans le paragraphe 5.2 de la Publication 538 de la CEI: Câbles, fils et cordons électriques: Méthodes d'essai pour isolants et gaines en polyéthylène, doit être appliquée.

3.6 Essai de choc thermique

L'enveloppe isolante doit pouvoir supporter sans dommage des variations de température.

La vérification s'effectue par l'essai décrit dans le paragraphe 4.5.1 de la Publication 189-1 de la CEI.

L'enveloppe isolante ne doit alors présenter aucune craquelure.

4. Prescriptions thermiques et climatiques

4.1 Mesure de la contraction de l'enveloppe isolante après échauffement du conducteur

L'enveloppe isolante ne doit pas se contracter exagérément lors de la soudure du conducteur.

La vérification s'effectue par la mesure décrite dans le paragraphe 4.6 de la Publication 189-1 de la CEI.

La contraction ainsi mesurée ne doit pas être supérieure à 4%.

Conductor		Insulation thickness Nominal value (mm)	Minimum strength at cut-through		
Solid Nominal diameter (mm)	Stranded Nominal cross-section (mm ²)		PTFE FEP (N)	ETFE E-CTFE* (N)	PVF ₂ Cross-linked* (N)
0.25	0.035	0.15	4.5	10	13
	0.055		4.5	10	13
0.32	0.079		4.5	10	13
	0.12		5.0	11	15
0.40	0.22		5.0	11	15
	0.34		5.5	12	15
0.50	0.56		5.5	12	16
			6.0	13	18
			6.5	14	19
			7.0	15	20
			7.5	17	22
0.25	0.035	0.25	11	24	28
	0.055		11	24	28
0.32	0.079		11	24	28
	0.12		12	26	30
0.40	0.22		12	27	30
	0.34		12	28	33
0.50	0.56		13	29	33
			13	30	35
			14	32	37
	0.12	0.40	27	60	70
	0.22		30	66	72

* Provisional values.

3.4 Melting point test

The insulation shall meet the requirements of the test described in Appendix C.

3.5 Density

The density of the insulation shall be measured using a normal density balance method. In the event of disagreement, the method described in Sub-clause 5.2 of IEC Publication 538: Electric Cables, Wires and Cords, Methods of Test for Polyethylene Insulation and Sheath, shall be used.

3.6 Heat shock test

The insulation shall withstand variations in temperature without suffering damage.

Compliance shall be checked in accordance with the method specified in Sub-clause 4.5.1 of IEC Publication 189-1.

The insulation shall show no cracks.

4. Thermal stability and climatic requirements

4.1 Measurement of insulation shrinkage after over-heating of conductor

The insulation shall not shrink unduly during soldering of the conductor.

Compliance shall be checked in accordance with the method specified in Sub-clause 4.6 of IEC Publication 189-1.

The measured shrinkage shall be not more than 4%.

5. Prescriptions électriques

5.1 Résistance électrique du conducteur

La résistance électrique du conducteur, mesurée à la température de 20 °C, ne doit pas dépasser les valeurs spécifiées dans les tableaux I ou II.

Le calcul de ces valeurs de résistance est basé sur la Publication 344 de la CEI: Guide pour le calcul de la résistance des conducteurs de cuivre nu ou recouvert dans les câbles et fils pour basses fréquences (deuxième édition), en utilisant la valeur appropriée de k_1 pour les conducteurs nus ou recouverts et k_2 pour les conducteurs divisés.

La méthode de mesure de la résistance électrique ainsi que la détermination des corrections de la longueur et de la température de la valeur mesurée sont décrites dans le paragraphe 5.1 de la Publication 189-1.

5.2 Rigidité diélectrique

L'enveloppe isolante doit résister sans rupture à l'application pendant 1 min de la tension spécifiée dans les tableaux I ou II.

La méthode d'essai de la rigidité diélectrique est décrite dans le paragraphe 5.2 de la Publication 189-1 de la CEI.

5.3 Résistance d'isolement

La mesure de la résistance d'isolement doit être effectuée sur deux échantillons d'une longueur de 5 m chacun, sans préconditionnement.

La résistance d'isolement, mesurée à la température de 20 °C, ne doit pas être inférieure à la valeur spécifiée dans les tableaux I ou II.

La méthode de mesure de la résistance d'isolement est décrite dans le paragraphe 5.3 de la Publication 189-1 de la CEI.

6. Données techniques

6.1 Permittivité et angle de pertes δ

Les valeurs approximatives pour la permittivité et l'angle de pertes des produits isolants sont données ci-après à 800 Hz et à température ambiante.

Produit isolant	Permittivité	Tangente de l'angle de pertes
ETFE	2,6	$8,0 \times 10^{-4}$
FEP	2,2	$4,0 \times 10^{-4}$
PTFE	2,0	$2,0 \times 10^{-4}$
E-CTFE	2,5	$3,0 \times 10^{-3}$
PVF ₂	8,5	$2,0 \times 10^{-2}$

6.2 Intensité admissible (pour information seulement)

A l'étude.

5. Electrical requirements

5.1 Electrical resistance of conductor

The electrical resistance of the conductor measured at a temperature of 20 °C shall not exceed the values given in Table I or II.

Calculation of these values is based on IEC Publication 344: Guide to the Calculation of Resistance of Plain and Coated Copper Conductors of Low-frequency Cables and Wires (second edition), using the appropriate value of k_1 for plain or coated conductors and k_2 for stranded conductors.

The method of measuring resistance and also for correcting the measured values for length and temperature are specified in Sub-clause 5.1 of IEC Publication 189-1.

5.2 Dielectric strength

The insulation shall withstand the application for 1 min without breakdown of the voltage specified in Table I or II.

The method for checking dielectric strength is specified in Sub-clause 5.2 of IEC Publication 189-1.

5.3 Insulation resistance

The measurement of the insulation resistance shall be carried out on two samples each having a length of 5 m and without preconditioning.

The insulation resistance, measured at a temperature of 20 °C shall be not less than the value specified in Table I or II.

The method for measuring the insulation resistance is specified in Sub-clause 5.3 of IEC Publication 189-1.

6. Engineering data

6.1 Permittivity and tangent δ

The approximate values for permittivity and tangent δ of the insulating products at room temperature and 800 Hz are given below.

Insulating product	Permittivity	Tangent δ
ETFE	2.6	8.0×10^{-4}
FEP	2.2	4.0×10^{-4}
PTFE	2.0	2.0×10^{-4}
E-CTFE	2.5	3.0×10^{-3}
PVF ₂	8.5	2.0×10^{-2}

6.2 Current-carrying capacity (for information only)

Under consideration.

TABLEAU I

Dimensions et caractéristiques électriques
Conducteurs massifs

1	2	3	4			5	6	7
Diamètre nominal du conducteur (mm)	Epaisseur minimale de l'isolant (mm)	Diamètre maximal du fil (mm)	Résistance maximale* du conducteur (Ω/km)			Résistance minimale d'isolement ($\text{M}\Omega \cdot \text{km}$)	Tension d'essai de rigidité diélectrique (c.a.) (V)	Tension de service maximale (c.a.) (V)
			Cuivre nu ou recouvert d'argent	Cuivre étamé	Cuivre nickelé			
0,20 0,25 0,32 0,40 0,50	0,12	0,60 0,65 0,75 0,85 0,95	576 369 221 141 90,4	593 379 225 144 92,2	637 407 242 155 99,2	1 500	1 500	250
0,20 0,25 0,32 0,40 0,50	0,20	0,85 0,90 1,00 1,05 1,20	576 369 221 141 90,4	593 379 225 144 92,2	637 407 242 155 99,2	(500 pour PVF ₂ et E-CTFE)	2 500	600

* La résistance maximale du conducteur en alliage de cuivre est obtenue en ajoutant 20% à la valeur pour le conducteur en cuivre.

Note. – Si des conducteurs d'un diamètre inférieur à 0,20 mm sont nécessaires, les diamètres de 0,15 et 0,12 mm seront choisis de préférence.

TABLEAU II

Dimensions et caractéristiques électriques
Conducteurs divisés

1	2	3	4	5	6			7	8	9
Diamètre maximal d'un brin (mm)	Section nominale du conducteur (mm ²)	Composition du conducteur (nombre de brins $\times$ diamètre nominal du brin) (mm)	Epaisseur minimale de l'isolant (mm)	Diamètre maximal du fil (mm)	Résistance maximale du conducteur (Ω/km)			Résistance minimale d'isolement ($\text{M}\Omega \cdot \text{km}$)	Tension d'essai de rigidité diélectrique (c.a.) (V)	Tension de service maximale (c.a.) (V)
					Cuivre nu ou recouvert d'argent	Cuivre étamé	Cuivre nickelé			
0,09 0,11 0,13 0,16 0,21 0,26 0,33	0,035 0,055 0,079 0,12 0,22 0,34 0,56	7 $\times$ 0,08 7 $\times$ 0,10 7 $\times$ 0,12 7 $\times$ 0,15 7 $\times$ 0,20 7 $\times$ 0,25 7 $\times$ 0,32	0,12	0,65 0,70 0,80 0,90 1,05 1,20 1,45	545 349 236 151 84,8 54,3 32,5	571 365 242 155 87,2 55,8 33,1	611 391 260 167 93,8 60,0 35,7	1 500	1 500	250
0,09 0,11 0,13 0,16 0,21	0,035 0,055 0,079 0,12 0,22	7 $\times$ 0,08 7 $\times$ 0,10 7 $\times$ 0,12 7 $\times$ 0,15 7 $\times$ 0,20	0,20	0,90 0,95 1,00 1,10 1,30	545 349 236 151 84,8	571 365 242 155 87,2	611 391 260 167 93,8	(500 pour PVF ₂ et E-CTFE)	2 500	600
0,16 0,21	0,12 0,22	7 $\times$ 0,15 7 $\times$ 0,20	0,30	1,40 1,55	151 84,8	155 87,2	167 93,8		3 500	1 000

TABLE I

*Dimensions and electrical properties
Solid conductors*

1	2	3	4			5	6	7
Conductor nominal diameter (mm)	Minimum thickness of insulation (mm)	Maximum diameter of wire (mm)	Maximum resistance* of conductor (Ω/km)			Minimum insulation resistance ($\text{M}\Omega \cdot \text{km}$)	Dielectric strength test voltage (a.c.) (V)	Maximum operating voltage (a.c.) (V)
			Plain or silver plated copper	Tinned copper	Nickel coated copper			
0.20 0.25 0.32 0.40 0.50	0.12	0.60 0.65 0.75 0.85 0.95	576 369 221 141 90.4	593 379 225 144 92.2	637 407 242 155 99.2	1 500	1 500	250
0.20 0.25 0.32 0.40 0.50	0.20	0.85 0.90 1.00 1.05 1.20	576 369 221 141 90.4	593 379 225 144 92.2	637 407 242 155 99.2	(500 for PVF ₂ and E-CTFE)	2 500	600

* The maximum resistance for copper alloy conductor is obtained by adding 20% to the value for copper conductor.

Note. – In cases where sizes with a conductor diameter below 0.20 mm is required, a choice should be made from either 0.15 mm diameter or 0.12 mm diameter.

TABLE II

*Dimensions and electrical properties
Stranded conductors*

1	2	3	4	5	6			7	8	9
Maximum diameter of strands (mm)	Nominal cross-section area of conductor (mm ²)	Composition of conductor (number of strands $\times$ nominal diameter of strand) (mm)	Minimum thickness of insulation (mm)	Maximum diameter of wire (mm)	Maximum resistance of conductor (Ω/km)			Minimum insulation resistance ($\text{M}\Omega \cdot \text{km}$)	Dielectric strength test voltage (a.c.) (V)	Maximum operating voltage (a.c.) (V)
					Plain or silver plated copper	Tinned copper	Nickel coated copper			
0.09 0.11 0.13 0.16 0.21 0.26 0.33	0.035 0.055 0.079 0.12 0.22 0.34 0.56	7 $\times$ 0.08 7 $\times$ 0.10 7 $\times$ 0.12 7 $\times$ 0.15 7 $\times$ 0.20 7 $\times$ 0.25 7 $\times$ 0.32	0.12	0.65 0.70 0.80 0.90 1.05 1.20 1.45	545 349 236 151 84.8 54.3 32.5	571 365 242 155 87.2 55.8 33.1	611 391 260 167 93.8 60.0 35.7	1 500	1 500	250
0.09 0.11 0.13 0.16 0.21	0.035 0.055 0.079 0.12 0.22	7 $\times$ 0.08 7 $\times$ 0.10 7 $\times$ 0.12 7 $\times$ 0.15 7 $\times$ 0.20	0.20	0.90 0.95 1.00 1.10 1.30	545 349 236 151 84.8	571 365 242 155 87.2	611 391 260 167 93.8	(500 for PVF ₂ and E-CTFE)	2 500	600
0.16 0.21	0.12 0.22	7 $\times$ 0.15 7 $\times$ 0.20	0.30	1.40 1.55	151 84.8	155 87.2	167 93.8		3 500	1 000

ANNEXE A

ESSAIS DE «TROUS D'ÉPINGLE» DU REVÊTEMENT

a) Matériel d'essai

1. Récipients en verre.
2. Solvants organiques, par exemple tétrachlorure de carbone.
3. Solution de polysulfure de sodium.
4. Solution d'acide chlorhydrique.

b) Méthode d'essai

1. Préparation de l'échantillon

- 1.1 L'essai est effectué sur trois échantillons d'environ 150 mm de long prélevés à 500 mm au moins les uns des autres.
- 1.2 Les échantillons sont immergés dans le solvant spécifié au point a)2 pendant 3 min au moins.
- 1.3 Après immersion, les échantillons sont soigneusement séchés avec un chiffon propre et doux.

2. Préparation de la solution de polysulfure de sodium

Une solution saturée est préparée par dissolution de cristaux de polysulfure de sodium dans de l'eau distillée à la température d'environ 20 °C. Des fleurs de soufre sont ensuite ajoutées (250 g par litre). Après une période minimale de 24 h, quelques dépôts solides seront tombés au fond du récipient. La solution d'essai est ensuite filtrée et diluée en ajoutant de l'eau distillée à la solution concentrée jusqu'à l'obtention d'une masse volumique de 1,14 g/ml à 20 °C.

Note. – Un fil de cuivre nu et propre immergé dans la solution de polysulfure de sodium est complètement noirci en 5 s. La solution peut être utilisée plusieurs fois de suite tant que le noircissement du fil de cuivre nu et propre n'est pas plus long à se produire.

3. Préparation de la solution d'acide chlorhydrique

L'acide chlorhydrique concentré est dilué avec de l'eau distillée jusqu'à l'obtention d'une masse volumique de 1,086 g/ml à 20 °C.

Note. – La solution d'acide chlorhydrique peut être utilisée plusieurs fois, jusqu'à ce qu'elle soit incapable de retirer complètement dans les 15 s le dépôt noir causé par l'immersion d'un placage d'argent dans la solution de polysulfure de sodium.

4. Procédure d'essai

- 4.1 Les échantillons nettoyés sont immergés pendant 30 s sur une longueur d'au moins 110 mm dans la solution de polysulfure de sodium (à 20 ± 2 °C) spécifiée au point b)2.
- 4.2 Immédiatement après immersion dans la solution de polysulfure de sodium, les échantillons sont parfaitement rincés dans de l'eau propre et soigneusement séchés avec un chiffon doux et propre.
- 4.3 Les échantillons sont ensuite immergés pendant 15 s dans la solution d'acide chlorhydrique spécifiée au point b)3.
- 4.4 Les échantillons sont ensuite rincés dans de l'eau propre et séchés comme ci-dessus.

c) Evaluation des résultats

Les échantillons sont examinés devant une surface blanche pour déterminer si des «trous d'épingle» dans le revêtement du cuivre ont été noircis par l'immersion dans la solution de polysulfure de sodium.

APPENDIX A

TESTING THE COATING FOR PINHOLES

a) Test equipment

1. Glass containers.
2. Organic solvents, for instance carbon tetrachloride.
3. Sodium polysulphide solution.
4. Hydrochloric acid solution.

b) Test procedure

1. Test preparation

- 1.1 The test is carried out on three samples, approximately 150 mm long, taken from places at least 500 mm apart.
- 1.2 The samples are immersed in the solvent specified in Item *a)2* for at least 3 min.
- 1.3 After immersion the samples are carefully dried with a clean, soft cloth.

2. Preparation of the sodium polysulphide solution

A saturated solution is prepared by dissolving sodium polysulphide crystals in distilled water at a temperature of approximately 20 °C. Flowers of sulphur is then added (250 g per litre). After a minimum period of 24 h, some solid remains should be left on the bottom of the container. The test solution is then filtered and diluted by adding distilled water to part of the concentrated solution until a specific gravity reading of 1.14 g/ml at 20 °C is obtained.

Note. – A clean and bare copper wire being immersed in the sodium polysulphide solution shall be completely blackened within 5 s. The solution may be repeatedly used until blackening of clean and bare copper wire is no longer effected within this time.

3. Preparation of the hydrochloric acid solution

Concentrated hydrochloric acid is diluted with distilled water until a specific gravity reading of 1.086 g/ml at 20 °C is obtained.

Note. – The hydrochloric acid solution may be repeatedly used until it fails to completely remove within 15 s the black stain caused by immersion of the silver plating in the sodium polysulphide solution.

4. Implementation

- 4.1 For 30 s, all cleaned samples are immersed to a length of at least 110 mm in the (20 ± 2 °C) sodium polysulphide solution specified in Item *b)2*.
- 4.2 Immediately after immersion in the sodium polysulphide solution, the samples are thoroughly rinsed in clean water and carefully dried with a soft clean cloth.
- 4.3 The samples are then immersed in the hydrochloric acid solution specified in Item *b)3* for 15 s.
- 4.4 The samples are subsequently rinsed in clean water and dried as described above.

c) Evaluation of the samples

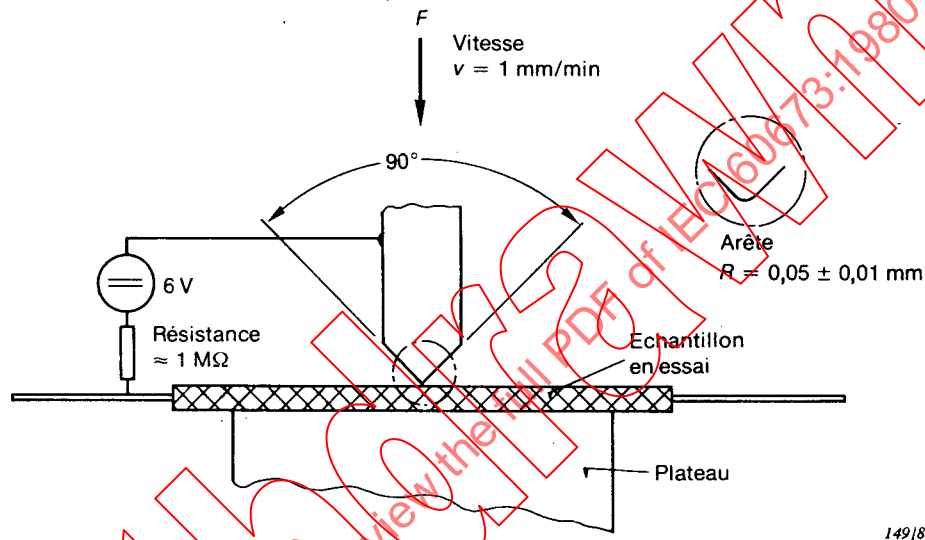
The samples are held against a white background to see whether copper has been blackened by the sodium polysulphide solution as a result of pinholes in the coating.

ANNEXE B

ESSAI DE PÉNÉTRATION

a) Matériel d'essai

1. Machine d'essai de traction.
2. Coin d'essai représenté.
3. Indicateur, tension d'essai 6 V.



b) Méthode d'essai

1. Préparation de l'échantillon
 - 1.1 L'essai est effectué sur trois échantillons d'environ 100 mm de longueur prélevés en plusieurs endroits et à 500 mm au moins les uns des autres.
 - 1.2 Les échantillons sont dénudés sur 10 mm environ à chaque extrémité.
2. Procédure d'essai à $20 \pm 2^\circ \text{C}$

Un échantillon est placé horizontalement sous l'arête du coin d'essai spécifié au point a)2 et son extrémité dénudée est convenablement connectée au coin par l'intermédiaire de l'indicateur spécifié au point a)3.

La charge de la machine d'essai est ensuite augmentée d'une façon continue à la vitesse de 1 mm/min jusqu'à ce que l'arête ait pénétré l'isolant.

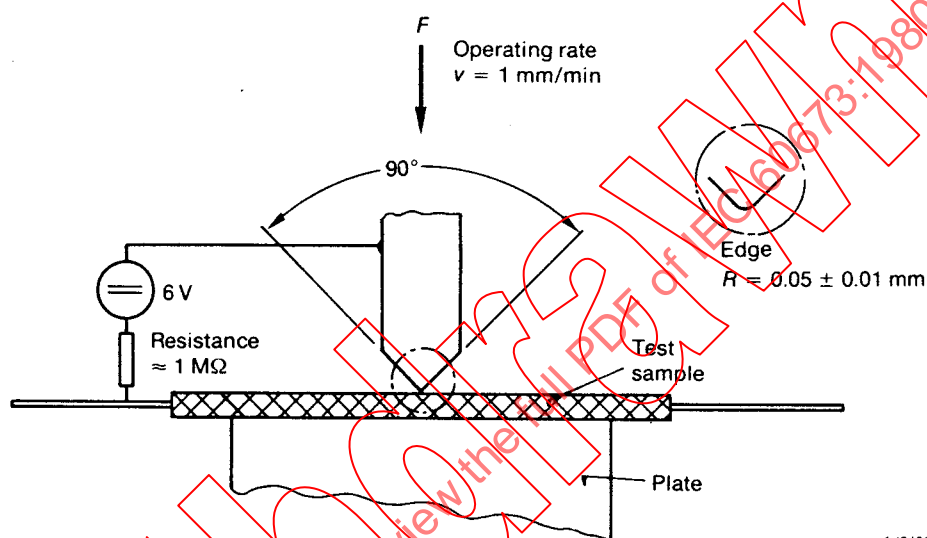
On calcule la valeur moyenne de quatre mesures, celles-ci étant effectuées tous les 90° en un point du fil.

APPENDIX B

CUT-THROUGH TEST

a) Test equipment

1. Tensile testing machine.
2. Test wedge.
3. Indicator, operating voltage 6 V.



149/80

b) Test procedure

1. Test sample preparation
 - 1.1 The test is carried out on three test samples approximately 100 mm in length, taken from various places at least 500 mm apart from one another.
 - 1.2 The test samples are stripped back approximately 10 mm at one end.
2. Implementation at $20 \pm 2^\circ\text{C}$

The individual test sample is placed horizontally under the test wedge specified in Item a)2 and its stripped end is connected in a suitable manner to the test wedge via the indicator specified in Item a)3.

After this, the load of the test machine operating at a rate of 1 mm/min is continuously increased until the edge has penetrated the insulation.

The average value of four measurements shall be used, these being made at 90° around the wire at one point.

ANNEXE C

ESSAI DE POINT DE FUSION

a) Matériel d'essai

1. Calorimètre différentiel, étalonné à l'aide d'étain (point de fusion 232 °C) et de plomb (point de fusion 327 °C).
2. Petites coupelles en aluminium.
3. Presse à sceller.
4. Etain.
5. Plomb.

b) Méthode d'essai

Un échantillon d'isolant à essayer est prélevé et découpé en petits morceaux. 10 mg à 20 mg du prélèvement sont placés dans une coupelle en aluminium sur laquelle on scelle un couvercle en aluminium à l'aide de la presse. La coupelle scellée et une coupelle vide scellée séparément sont placées dans le support d'échantillon du calorimètre différentiel.

Pour déterminer le point de fusion, la température du support d'échantillon est augmentée de 10 °C à 30 °C par minute, la vitesse du diagramme étant augmentée dans les mêmes proportions.

Une sensibilité de 16,7 mJ/s à 67 mJ/s est nécessaire, en fonction du poids de l'échantillon.

Le point de fusion des cristaux est défini comme étant la température requise maximale.

Notes 1. – Les points de fusion des cristaux de FEP et ETFE sont si voisins l'un de l'autre qu'on ne peut faire une distinction exacte qu'en déterminant leur masse volumique (par exemple selon VDE 0472, Essais des câbles et des conducteurs isolés, section 601).

2. – En cas de désaccord, la distinction entre les différents isolants sera réalisée par une méthode spectrographique ou chromatographique.