

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

189-1

Deuxième édition
Second edition
1986

**Câbles et fils pour basses fréquences
isolés au PVC et sous gaine de PVC**

Première partie:
Méthodes générales d'essai et de vérification

**Low-frequency cables and wires
with PVC insulation and PVC sheath**

Part 1:
General test and measuring methods



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 189-1: 1986

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 électrotechnique*;
- 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**

189-1

Deuxième édition
Second edition
1986

**Câbles et fils pour basses fréquences
isolés au PVC et sous gaine de PVC**

**Première partie:
Méthodes générales d'essai et de vérification**

**Low-frequency cables and wires
with PVC insulation and PVC sheath**

**Part 1:
General test and measuring methods**

© CEI 1986 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

Q

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

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
Articles	
SECTION UN – GÉNÉRALITÉS	
1.1 Domaine d'application	6
1.2 Définitions et explications	6
1.3 Essais de type et essais de réception	8
1.4 Conditions normales d'essais	8
SECTION DEUX – DIMENSIONS	
2.1 Prélèvement et préparation des échantillons	8
2.2 Vérification des dimensions	10
SECTION TROIS – ESSAIS MÉCANIQUES	
3.1 Prélèvement, marquage et préparation des éprouvettes en vue des essais de traction	12
3.2 Détermination de la section en vue de l'essai de traction	16
3.3 Essai de traction	16
3.4 Vérification de la non-adhérence de l'enveloppe isolante	18
SECTION QUATRE – ESSAIS THERMIQUES ET CLIMATIQUES	
4.1 Vieillessement accéléré	20
4.2 Essai de déformation à chaud	20
4.3 Essai de résistance à la propagation de la flamme	20
4.4 Essai d'enroulement à basse température	20
4.5 Essai de choc thermique	22
4.6 Mesure de la rétraction de l'enveloppe isolante après échauffement du conducteur	22
4.7 Essai de soudage des conducteurs étamés	24
SECTION CINQ – ESSAIS ÉLECTRIQUES	
5.1 Résistance électrique des conducteurs	24
5.2 Rigidité diélectrique	24
5.3 Résistance d'isolement	26
5.4 Capacité mutuelle	28
5.5 Déséquilibre de capacité	28
ANNEXE A – Nomenclature des essais de type	30
FIGURES	32

CONTENTS

FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	SECTION ONE – GENERAL
1.1 Scope	7
1.2 Definitions and explanations	7
1.3 Type test and acceptance tests	9
1.4 Standard conditions for testing	9
SECTION TWO – DIMENSIONS	
2.1 Selection and preparation of samples	9
2.2 Measurement of dimensions	11
SECTION THREE – MECHANICAL TESTS	
3.1 Selection, marking and preparation of samples for tensile tests	13
3.2 Measurement of cross-sectional area for tensile test	17
3.3 Tensile test	17
3.4 Stripping properties of insulation	19
SECTION FOUR – THERMAL STABILITY AND CLIMATIC TESTS	
4.1 Accelerated ageing	21
4.2 Pressure test at high temperature	21
4.3 Resistance to flame propagation	21
4.4 Cold bend test	21
4.5 Heat shock test	23
4.6 Measurement of insulation shrinkage after overheating of conductor	23
4.7 Solder test on tinned conductors	25
SECTION FIVE – ELECTRICAL TESTS	
5.1 Electrical resistance of conductors	25
5.2 Dielectric strength	25
5.3 Insulation resistance	27
5.4 Mutual capacitance	29
5.5 Capacitance unbalance	29
APPENDIX A – Schedule of type tests	31
FIGURES	32

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CÂBLES ET FILS POUR BASSES FRÉQUENCES ISOLÉS AU PVC ET SOUS GAINÉ DE PVC

Première partie: Méthodes générales d'essai et de vérification

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.
- 4) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand il est déclaré qu'un matériel est conforme à l'une de ses recommandations.

PRÉFACE

La présente norme a été établie par le Sous-Comité 46C de la CEI: 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.

Cette deuxième édition remplace la première édition de la Publication 189-1, parue en 1965.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote
46C(BC)169	46C(BC)175

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

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

- Publications n° 68: Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique.
- 68-2-20 (1979): Deuxième partie: Essais – Essai T: Soudure.
- 332-1 (1979): Essais des câbles électriques soumis au feu. Première partie: Essai effectué sur un câble vertical.
- 332-2 (–): Deuxième partie: Essai sur fil de petite section (à l'étude).
- 811-1-1 (1985): Méthodes d'essais communes pour les matériaux d'isolation et de gainage des câbles électriques. Première partie: Méthodes d'application générale. Section un – Mesure des épaisseurs et des dimensions extérieures – Détermination des propriétés mécaniques.
- 811-1-2 (1985): Première partie: Méthodes d'application générale. Section deux – Méthodes de vieillissement thermique.
- 811-1-3 (1985): Première partie: Méthodes d'application générale. Section trois – Méthodes de détermination de la masse volumique – Essais d'absorption d'eau – Essai de rétraction.
- 811-1-4 (1985): Première partie: Méthodes d'application générale. Section quatre – Essais à basse température.
- 811-3-1 (1985): Troisième partie: Méthodes spécifiques pour les mélanges PVC. Section un – Essai de pression à température élevée – Essais de résistance à la fissuration.
- 885-1 (1986): Méthodes d'essais électriques pour câbles électriques. Première partie: Essais électriques pour les câbles, les conducteurs et les fils, pour une tension inférieure ou égale à 450/750 V.

Autre publication citée:

Norme ISO 6892 (1984): Matériaux métalliques – Essai de traction.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

LOW-FREQUENCY CABLES AND WIRES WITH PVC INSULATION AND PVC SHEATH

Part 1: General test and measuring methods

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.
- 4) The IEC has not laid down any procedure concerning marking as an indication of approval and has no responsibility when an item of equipment is declared to comply with one of its recommendations.

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.

This second edition replaces the first edition of Publication 189-1 issued in 1965.

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

Six Months' Rule	Report on Voting
46C(CO)169	46C(CO)175

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

The following IEC publications are quoted in this standard:

- Publication Nos. 68: Basic Environmental Testing Procedures.
- 68-2-20 (1979): Part 2: Tests – Test T: Soldering.
- 332-1 (1979): Tests on Electric Cables under Fire Conditions. Part 1: Test on a Single Vertical Insulated Wire or Cable.
- 332-2 (—): Part 2: Test on Small Single Insulated Wire (under consideration).
- 811-1-1 (1985): Common Test Methods for Insulating and Sheathing Materials of Electric Cables. Part 1: Methods for General Application. Section One – Measurement of Thickness and Overall Dimensions – Tests for determining the Mechanical Properties.
- 811-1-2 (1985): Part 1: Methods for General Application. Section Two – Thermal Ageing Methods.
- 811-1-3 (1985): Part 1: Methods for General Application. Section Three – Methods for determining the Density – Water absorption Tests – Shrinkage Test.
- 811-1-4 (1985): Part 1: Methods for General Application. Section Four – Tests at Low Temperature.
- 811-3-1 (1985): Part 3: Methods Specific to PVC Compounds. Section One – Pressure Test at High Temperature – Tests for Resistance to Cracking.
- 885-1 (1986): Electrical Test Methods for Electric Cables. Part 1: Electrical Tests for Cables, Cords and Wires for Voltages up to and including 450/750 V.

Other publication quoted:

ISO Standard 6892 (1984): Metallic Materials – Tensile Testing.

CÂBLES ET FILS POUR BASSES FRÉQUENCES ISOLÉS AU PVC ET SOUS GAINÉ DE PVC

Première partie: Méthodes générales d'essai et de vérification

SECTION UN – GÉNÉRALITÉS

1.1 Domaine d'application

La présente norme précise les méthodes des essais mécaniques, électriques et climatiques pour les câbles et fils pour basses fréquences destinés à être utilisés dans les installations intérieures et équipements de télécommunications, ainsi que dans les systèmes électroniques utilisant des techniques similaires.

Note. – Les autres parties de la norme fixent la construction et les caractéristiques de chaque type de câble et de fil.

1.2 Définitions et explications

1.2.1 Conducteur (âme d'un conducteur isolé)

Partie d'un câble ou fil destinée à être parcourue par le courant. Le conducteur peut être:

- a) massif – constitué d'un seul brin de section droite circulaire;
- b) divisé – constitué de plusieurs brins de section droite et circulaire enroulés en hélices ou assemblés en faisceau, et sans isolation entre eux.

Note. – Le terme «conducteur» est utilisé en français quand toute confusion est exclue.

1.2.2 Fil pour basses fréquences

Conducteur isolé ou ensemble de conducteurs isolés, maintenus solidaires et pouvant être pourvus d'un écran. Le fil peut être:

- a) simple – il ne comporte qu'un conducteur isolé;
- b) multiple – il comporte plusieurs conducteurs isolés, sans que leur nombre puisse dépasser cinq.

Note. – Il est d'usage d'appeler:

- paire – un fil multiple à deux conducteurs;
- tierce – un fil multiple à trois conducteurs;
- quarte – un fil multiple à quatre conducteurs;
- quinte – un fil multiple à cinq conducteurs.

1.2.3 Câbles pour basses fréquences

1.2.3.1 Câble gainé

Ensemble de conducteurs isolés enfermés dans une enveloppe commune et ayant une certaine flexibilité.

1.2.3.2 Câble non gainé

Ensemble de plus de cinq conducteurs isolés et maintenus solidaires.

LOW-FREQUENCY CABLES AND WIRES WITH PVC INSULATION AND PVC SHEATH

Part 1: General test and measuring methods

SECTION ONE – GENERAL

1.1 Scope

This standard specifies mechanical, electrical and climatic test methods for low-frequency cables and wires designed for use in telecommunication inside plant and equipment and in electronic devices employing similar techniques.

Note. – The other parts of the standard lay down the construction and characteristics of each type of cable and wire.

1.2 Definitions and explanations

1.2.1 Conductor

Part of the cable or wire intended to carry electric current. The conductor may be:

- a) solid – made of a single strand of circular cross-section;
- b) stranded – made of several strands of circular cross-section assembled either by laying up concentrically or by bunching, and without insulation between them.

1.2.2 Low-frequency wire

Insulated conductor or assembly of several insulated conductors, laid up together and which may be provided with a screen. The wire may be:

- a) single – consists of a single insulated conductor;
- b) multiple – consists of several insulated conductors, the number of which shall not exceed five.

Note. – The following designations are used:

- pair – for multiple wire with two conductors;
- triple – for multiple wire with three conductors;
- quad – for multiple wire with four conductors;
- quintuple – for multiple wire with five conductors.

1.2.3 Low-frequency cables

1.2.3.1 Sheathed cable

Assembly of insulated conductors enclosed in a common continuous protective covering, having a certain degree of flexibility.

1.2.3.2 Unsheathed cable

Assembly of more than five insulated conductors held together.

1.3 Essais de type et essais de réception

La présente norme traite des procédures d'essai relatives à des essais qui peuvent être utilisés comme essais de type et/ou essais de réception.

1.3.1 Type

Un type comprend des produits de conception identique, fabriqués selon les mêmes techniques.

1.3.2 Essais de type

Les essais de type d'un produit sont constitués par l'ensemble des essais à effectuer sur un ou plusieurs spécimens représentatifs du type, afin de déterminer si la conception particulière d'un produit, et/ou une technique particulière de fabrication sont capables de satisfaire à la norme.

Les essais de la présente norme qui sont appropriés à l'utilisation comme essais de type figurent dans l'annexe A.

La norme particulière au câble ou au fil considéré précise lesquels parmi ces essais doivent s'appliquer à ce câble ou ce fil.

1.3.3 Essais de réception

Les essais de réception sont ceux qui sont effectués pour décider de l'acceptation d'un produit. Ils font partie de la procédure du contrôle de qualité destinée à établir l'assurance qu'un produit répondra aux exigences de la norme en matière de qualité.

Il n'est pas prévu qu'un programme d'essais complet soit effectué sur chaque longueur de conducteur et de câble.

Lorsque l'acheteur souhaite spécifier des essais d'acceptation, il est essentiel que l'acheteur et le fabricant parviennent à un accord lors de la commande.

1.4 Conditions normales d'essais

Sauf spécification contraire, tous les essais sont exécutés dans les conditions spécifiées par la Publication 68 de la CEI: Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique.

Tous les essais doivent être exécutés plus de 16 h après l'extrusion des mélanges d'isolation ou de gaine.

Tous les essais sont exécutés à la température ambiante, sauf spécification contraire.

Lorsque plusieurs résultats d'essais sont obtenus et classés par valeur croissante ou décroissante, la valeur médiane est la valeur du milieu si le nombre de valeurs disponibles est impair, la moyenne arithmétique des deux valeurs centrales si le nombre est pair.

SECTION DEUX – DIMENSIONS

2.1 Prélèvement et préparation des échantillons

2.1.1 Enveloppe isolante

On prélève des échantillons de conducteurs isolés de 100 mm de longueur environ aux deux extrémités du câble ou du fil.

1.3 Type test and acceptance tests

This standard covers test procedures for tests which may be used as type tests and/or acceptance tests.

1.3.1 Type

A type comprises products having similar design features manufactured by the same techniques.

1.3.2 Type test

The type test of a product is the complete series of tests to be carried out on one or more specimens representative of the type with the object of determining whether a particular design and/or manufacturing technique is capable of meeting the standard.

The tests in this standard which are suitable for use as type tests are listed in Appendix A.

The relevant parts of the standard shall specify which of the tests are to be applied to the cable or wire under consideration.

1.3.3 Acceptance tests

Acceptance tests are those carried out to determine the acceptability of a product. They form part of quality control procedures to establish quality assurance that a product will meet the requirements of the standard.

It is not intended that a complete testing programme shall be carried out on every length of conductor and cable.

When the purchaser wishes to specify acceptance tests, it is essential that agreement be reached between the purchaser and the manufacturer at the time of ordering.

1.4 Standard conditions for testing

Unless otherwise specified, all tests shall be carried out under the conditions specified in IEC Publication 68: Basic Environmental Testing Procedures.

All the tests shall be carried out not less than 16 h after the extrusion of the insulating or sheathing compounds.

Unless otherwise specified, tests shall be made at room temperature.

When several test results have been obtained and ordered in an increasing or decreasing succession, the median value is the middle value if the number of available values is odd, and is the mean of the two middle values if the number is even.

SECTION TWO – DIMENSIONS

2.1 Selection and preparation of samples

2.1.1 Insulation

Samples of insulated conductors, approximately 100 mm in length, shall be taken at both ends of the cable or wire.

Un échantillon est prélevé à chaque extrémité. On dépouille l'enveloppe isolante de ses revêtements éventuels et on retire le conducteur en évitant d'endommager l'enveloppe isolante. Chaque éprouvette est constituée par une tranche mince de l'enveloppe isolante. La tranche doit être coupée à l'aide d'un appareil approprié suivant un plan perpendiculaire à l'axe du conducteur.

2.1.2 Gaine

On prélève des échantillons de 100 mm de longueur environ aux deux extrémités du câble en état de livraison. Un échantillon est prélevé à chaque extrémité. On retire ensuite de la gaine les conducteurs isolés, les rubans d'assemblage et l'écran s'il existe, et on prépare l'éprouvette en coupant, à l'aide d'un appareil approprié, une tranche mince suivant un plan perpendiculaire à l'axe du câble. Si nécessaire, les surfaces de coupe sont soigneusement égalisées.

Si la gaine est marquée en creux, présentant ainsi localement une épaisseur réduite, on doit prélever l'éprouvette de manière à inclure un tel marquage. L'éprouvette ne doit pas inclure un tel marquage s'il est provoqué par le fil de coupure.

2.1.3 Câble ou fil en état de livraison

On prélève des échantillons de câble ou de fil en état de livraison de 100 mm de longueur environ aux deux extrémités de celui-ci. Un échantillon est prélevé à chaque extrémité.

2.2 Vérification des dimensions

2.2.1 Epaisseur minimale de l'enveloppe isolante ou de la gaine

2.2.1.1 Enveloppe isolante

La vérification s'effectue sur les deux échantillons (un à chaque extrémité). Chaque éprouvette est placée sous l'appareil de mesure, le plan de coupe étant perpendiculaire à l'axe optique.

Chaque éprouvette est vérifiée à l'aide du matériel prévu au paragraphe 8.1.2 de la Publication 811-1-1 de la CEI: Méthodes d'essais communes pour les matériaux d'isolation et de gainage des câbles électriques, Première partie: Méthodes d'application générale. Section un – Mesure des épaisseurs et des dimensions extérieures – Détermination des propriétés mécaniques.

Les lectures doivent être effectuées en millimètres, à la deuxième décimale si l'épaisseur de l'enveloppe isolante est de 0,5 mm ou au-dessus. Pour les épaisseurs prescrites de l'enveloppe isolante inférieures à 0,5 mm, les lectures sont effectuées en estimant la troisième décimale.

L'épaisseur minimale est recherchée et mesurée.

2.2.1.2 Gaine

La vérification s'effectue sur les deux échantillons (un à chaque extrémité). Chaque éprouvette est placée sous l'appareil de mesure, le plan de coupe étant perpendiculaire à l'axe optique.

Chaque éprouvette est vérifiée à l'aide du matériel prévu au paragraphe 8.1.2 de la Publication 811-1-1 de la CEI.

Un micromètre appliquant une pression comprise entre 50 kN/m² et 80 kN/m² peut être également utilisé pour la vérification des échantillons de la gaine.

Les lectures doivent être effectuées en millimètres, à la deuxième décimale.

L'épaisseur minimale est recherchée et mesurée.

One sample shall be taken at each end. Any covering(s) shall be removed from the insulation and the conductor withdrawn, care being taken not to damage the insulation. Each test piece shall consist of a thin slice of insulation. The slice shall be cut with a suitable device along a plane perpendicular to the longitudinal axis of the conductor.

2.1.2 *Sheath*

Samples, approximately 100 mm in length, shall be taken from the finished cable at both ends. One sample shall be taken at each end. The insulated conductors binding tapes and screening, if any, shall then be removed from the sheath, and each test piece shall be prepared by cutting with a suitable device a thin slice along a plane perpendicular to the axis of the cable. If necessary the planes of the cuts shall be carefully smoothed.

If a marking is stamped into the sheath, thus giving rise to a local reduction of thickness, the test piece shall be taken so as to include such marking. The test piece shall not include such marking if it is made by the rip cord.

2.1.3 *Finished cable or wire*

Samples of finished cable or wire, approximately 100 mm in length, shall be taken at both ends. One sample shall be taken at each end.

2.2 **Measurement of dimensions**

2.2.1 *Minimum thickness of insulation or sheath*

2.2.1.1 *Insulation*

Both samples (one at each end) shall be measured. Each test piece shall be placed under the measuring equipment with the plane of the cut perpendicular to the optical axis.

Each test piece shall be measured with equipment in accordance with Sub-clause 8.1.2 of IEC Publication 811-1-1: Common Test Methods for Insulating and Sheathing Materials of Electric Cables, Part 1: Methods for General Application. Section One – Measurement of Thickness and Overall Dimensions – Tests for Determining the Mechanical Properties.

The readings shall be made, in millimetres, to two decimal places if the thickness of insulation is 0.5 mm or above and to three estimated decimal places if the thickness of insulation is less than 0.5 mm.

The minimum thickness shall be found and measured.

2.2.1.2 *Sheath*

Both samples (one at each end) shall be measured. Each test piece shall be placed under the measuring equipment with the plane of the cut perpendicular to the optical axis.

Each test piece shall be measured with equipment in accordance with Sub-clause 8.1.2 of IEC Publication 811-1-1.

A micrometer applying a pressure of between 50 kN/m² and 80 kN/m² can also be used for measurement of samples of the sheath.

The readings shall be made in millimetres to two decimal places.

The minimum thickness shall be found and measured.

2.2.2 *Épaisseur moyenne de l'enveloppe isolante ou de la gaine*

Chaque éprouvette est placée sous l'appareil de mesure, le plan de coupe étant perpendiculaire à l'axe optique.

On procède à six mesures radiales, autant que possible réparties également sur la circonférence.

Si l'enveloppe isolante est prélevée sur un conducteur câblé, on effectue les six mesures radiales dans les positions où l'enveloppe isolante est la plus mince, c'est-à-dire entre les crêtes provoquées par les brins du conducteur.

Dans tous les cas, la première mesure doit être effectuée au point où l'enveloppe isolante est la plus mince.

Les lectures doivent être effectuées en millimètres, à la deuxième décimale si l'épaisseur de l'enveloppe isolante est de 0,5 mm ou au-dessus. Pour les épaisseurs prescrites de l'enveloppe isolante inférieures à 0,5 mm, les lectures sont effectuées en estimant la troisième décimale.

Dans le cas des essais mécaniques, la valeur moyenne de l'épaisseur de chaque éprouvette doit être calculée à partir des six résultats de mesure obtenus sur cette éprouvette.

2.2.3 *Diamètre du câble ou du fil en état de livraison*

La vérification s'effectue sur chaque échantillon (un à chaque extrémité).

Les mesures doivent être effectuées conformément à la méthode spécifiée au paragraphe 8.3.2 de la Publication 811-1-1 de la CEI.

SECTION TROIS – ESSAIS MÉCANIQUES

Les qualités mécaniques des constituants du câble ou du fil se vérifient en effectuant des essais de traction sur des échantillons de conducteurs de cuivre à âme massive ainsi que sur des échantillons de l'enveloppe isolante et de la gaine en état de livraison et après vieillissement accéléré.

On contrôle également la non-adhérence de l'enveloppe isolante au conducteur.

3.1 **Prélèvement, marquage et préparation des éprouvettes en vue des essais de traction**

3.1.1 *Conducteurs*

Seuls les conducteurs à âme massive sont soumis aux essais de traction. Des échantillons de longueur suffisante sont prélevés aux extrémités du câble ou du fil.

3.1.2 *Enveloppe isolante*

3.1.2.1 *Généralités*

Ces essais sont destinés à déterminer la charge de rupture et l'allongement à la rupture des matériaux isolants du câble ou du fil en l'état de livraison (c'est-à-dire sans vieillissement préalable) et, lorsque cela est demandé, après traitement de vieillissement accéléré.

Lorsqu'il y a lieu d'effectuer le traitement de vieillissement sur des éprouvettes de l'enveloppe isolante (conformément au paragraphe 4.1 ci-après), les éprouvettes destinées au traitement sont

2.2.2 *Mean thickness of insulation or sheath*

Each test piece shall be placed under the measuring equipment with the plane of the cut perpendicular to the optical axis.

Six measurements shall be made radially, as far as possible equally spaced around the circumference.

When the insulation is taken from a stranded conductor, six measurements are to be made radially in the positions where the insulation is thinnest, i.e. between the ridges caused by strands.

In all cases, the first measurement shall be made at the place where the insulation is thinnest.

The readings shall be made, in millimetres, to two decimal places if the thickness of insulation is 0.5 mm or above and to three estimated decimal places if the thickness of insulation is less than 0.5 mm.

In the case of mechanical tests, the mean value of thickness of each test piece shall be calculated from the six measurement results obtained on that test piece.

2.2.3 *Diameter of finished cable or wire*

Both samples (one at each end) shall be measured.

Measurements shall be made in accordance with the method specified in Sub-clause 8.3.2 of IEC Publication 811-1-1.

SECTION THREE - MECHANICAL TESTS

The mechanical qualities of the various parts of the cable or wire are determined by tensile tests on samples of the solid copper conductors and samples of the insulation and sheath as delivered and after accelerated ageing.

The stripping properties of the insulation shall also be checked.

3.1 **Selection, marking and preparation of samples for tensile tests**

3.1.1 *Conductors*

Solid conductors only shall be subjected to the tensile tests. Samples of convenient length shall be taken at the end of the cable or wire.

3.1.2 *Insulation*

3.1.2.1 *General*

These tests are to determine the tensile strength and elongation at break of the insulating material of the cable or wire in the condition as manufactured (i.e. without any ageing) and, when required, after accelerated ageing treatment.

When the ageing treatment is to be carried out on prepared test pieces of the insulation (in accordance with Sub-clause 4.1 hereinafter), the test pieces for treatment shall be taken from

prélevées sur des morceaux voisins des éprouvettes utilisées pour l'essai sans vieillissement préalable, et les essais de traction sur les éprouvettes vieilles et non vieilles sont effectués à la suite les uns des autres.

3.1.2.2 *Echantillonnage*

Un échantillon de chaque conducteur isolé à essayer ou de l'enveloppe de chaque conducteur isolé à essayer est prélevé. Chaque échantillon doit être d'une longueur suffisante pour permettre au moins le prélèvement de cinq éprouvettes pour les essais de traction sans vieillissement et de cinq éprouvettes pour les essais de traction après chacun des vieillissements prescrits. Pour ces essais, on ne doit utiliser aucun échantillon présentant des signes de détérioration mécanique.

3.1.2.3 *Préparation des éprouvettes*

On découpe les échantillons de conducteur isolé en tronçons d'environ 100 mm de long et on retire tous les revêtements et le conducteur en prenant soin de ne pas endommager l'enveloppe isolante. Les éprouvettes tubulaires sont repérées pour identifier leur origine et leur position respective dans l'échantillon.

On délimite la partie centrale de 20 mm par deux traits, juste avant l'essai de traction.

3.1.3 *Gaine*

3.1.3.1 *Généralités*

Ces essais sont destinés à déterminer la charge de rupture et l'allongement à la rupture du matériau de la gaine du câble fabriqué et, lorsque cela est demandé, après un ou plusieurs traitements de vieillissement accéléré.

Lorsqu'il y a lieu d'effectuer le traitement de vieillissement sur des éprouvettes (conformément au paragraphe 4.1 ci-après), les éprouvettes destinées au traitement sont prélevées sur des morceaux voisins des éprouvettes utilisées sans vieillissement préalable, et les essais de traction sur les éprouvettes vieilles et non vieilles sont effectués à la suite les uns des autres.

3.1.3.2 *Echantillonnage*

Un échantillon du câble à essayer ou de la gaine séparée du câble est prélevé. L'échantillon doit être d'une longueur suffisante pour permettre le prélèvement d'au moins cinq éprouvettes pour les essais de traction sans vieillissement et du nombre d'éprouvettes nécessaire pour chacun des essais de traction après vieillissement prescrits pour le matériau de gainage dans la norme particulière au câble considéré. Pour ces essais, on ne doit utiliser aucun échantillon présentant des signes de détérioration mécanique.

3.1.3.3 *Préparation des éprouvettes*

Les éprouvettes sont préparées à partir des échantillons de gaine, les éprouvettes haltères étant utilisées chaque fois que cela est possible.

On découpe chaque échantillon de gaine en tronçons de longueur suffisante pour l'essai et on repère les tronçons pour identifier leur origine et leur position respective dans l'échantillon d'origine.

On meule ou on coupe les tronçons de gaine afin d'obtenir deux faces parallèles entre les traits de repère mentionnés ci-dessous en veillant à éviter un échauffement excessif lors du meulage. Après le meulage ou la coupe, l'épaisseur des éprouvettes ne doit pas être inférieure à 0,6 mm ni supérieure à 2,0 mm.

positions adjacent to the test pieces used for the test without ageing and the tensile tests on the aged and unaged test piece shall be made in immediate succession.

3.1.2.2 *Sampling*

A sample of each core to be tested, or of the insulation from each core to be tested, shall be taken of sufficient size to provide a minimum of five test pieces each for the tensile tests without ageing and the tensile tests after each of the required ageing treatments. Any sample that shows signs of mechanical damage shall not be used for the tests.

3.1.2.3 *Preparation of test pieces*

The samples of core shall be cut into pieces approximately 100 mm long and the conductor and any outer coverings removed, care being taken not to damage the insulation. The tubes shall be marked to identify the sample from which they were prepared and their relative positions in the sample.

The central 20 mm shall be marked by two lines immediately before the tensile test.

3.1.3 *Sheath*

3.1.3.1 *General*

These tests are to determine the tensile strength and elongation-at-break of the sheathing material of the cable in the condition as manufactured and, when required, after one or more accelerated ageing treatment(s).

When the ageing treatment is to be carried out on prepared test pieces (in accordance with Sub-clause 4.1 hereinafter), the test pieces for treatment shall be taken from positions adjacent to the test pieces used for the test without ageing, and the tensile tests on the treated and untreated test pieces shall be made in immediate succession.

3.1.3.2 *Sampling*

A sample of the cable to be tested, or of the sheath removed from the cable, shall be taken of sufficient size to provide a minimum of five test pieces for the tensile tests without ageing and the required number of test pieces for each of the tensile tests after ageing specified for the sheathing material in the relevant cable standard. Any sample that shows signs of mechanical damage shall not be used for tests.

3.1.3.3 *Preparation of test pieces*

Test pieces shall be prepared from the samples of sheath, dumb-bell test pieces being used whenever possible.

Each sample of sheath shall be cut into pieces of sufficient size for the test and the pieces marked to identify the sample from which they are cut and their position relative to each other in the original sheath.

The pieces of sheath shall be ground or cut, so as to obtain two parallel surfaces between the marker lines mentioned below, care being taken to avoid undue heating. After grinding or cutting, the thickness of the pieces shall be not less than 0.6 mm and not more than 2.0 mm.

De chaque tronçon de gaine ainsi préparé, on découpe au poinçon une éprouvette en forme d'haltère conforme à la figure 1, page 32, ou, si c'est possible, deux éprouvettes haltères placées côte à côte.

Si le diamètre sur assemblage est trop petit pour permettre la découpe d'un haltère conforme à la figure 1, une éprouvette haltère plus petite, conforme à la figure 2, page 32, est découpée dans chaque tronçon de gaine.

On délimite la longueur centrale de 20 mm pour la plus grande éprouvette et de 10 mm pour la plus petite par deux traits sur chaque éprouvette, comme il est indiqué aux figures 1 et 2, juste avant l'essai de traction. On utilise des éprouvettes tubulaires seulement si la gaine est de dimension trop petite pour qu'il soit possible de découper des éprouvettes haltères. Les éprouvettes tubulaires sont préparées à partir d'échantillons de gaine de la façon spécifiée pour l'enveloppe isolante au paragraphe 3.1.2.3.

3.2 Détermination de la section en vue de l'essai de traction

On détermine la section des échantillons par l'une ou l'autre des méthodes décrites ci-après.

En ce qui concerne les échantillons devant subir le vieillissement accéléré, les dimensions servant au calcul de la section sont mesurées avant le vieillissement.

3.2.1 Enveloppe isolante

La section des éprouvettes tubulaires est déterminée conformément à la méthode spécifiée au point *b*) du paragraphe 9.1.4 de la Publication 811-1-1 de la CEI.

3.2.2 Gaine

La section de chaque éprouvette est déterminée conformément à la méthode spécifiée au paragraphe 9.2.4 de la Publication 811-1-1 de la CEI.

3.3 Essai de traction

3.3.1 Conditionnement des éprouvettes

Avant l'essai de traction, toutes les éprouvettes, vieilles ou non, doivent être gardées pendant au moins 3 h à une température de $23 \pm 5^\circ\text{C}$, sauf pour l'enveloppe isolante et la gaine qui doivent être gardées à $23 \pm 2^\circ\text{C}$.

3.3.2 Mode opératoire de l'essai de traction

a) Conducteur

L'essai de traction des conducteurs massifs est effectué conformément à la méthode spécifiée dans la norme ISO 6892 et la vitesse de séparation des mâchoires doit être de 100 ± 20 mm/min.

b) Enveloppe isolante et gaine

L'essai est effectué conformément à la méthode spécifiée au paragraphe 9.1.7 de la Publication 811-1-1 de la CEI.

3.3.3 Expression des résultats

La valeur de la charge de rupture et la valeur de l'allongement à la rupture sont calculées conformément au paragraphe 9.1.8 de la Publication 811-1-1 de la CEI.

A dumb-bell test piece in accordance with Figure 1, page 32, shall then be punched from each prepared piece of sheath or if possible two dumb-bell test pieces shall be punched side by side.

When the diameter of the core is too small to allow the dumb-bell in accordance with Figure 1 to be used, then a smaller dumb-bell test piece in accordance with Figure 2, page 32, shall be punched from each prepared piece of sheath.

The central 20 mm for the larger dumb-bells, or 10 mm for the smaller dumb-bells, shall be marked by two lines on each test piece, as shown in Figures 1 and 2, immediately before the tensile tests. Tubular test pieces shall be used only when the sheath is of such small size that it is not possible to prepare dumb-bell test pieces. The tubular test pieces shall be prepared from samples of sheath in the same way as specified for insulation in Sub-clause 3.1.2.3.

3.2 Measurement of cross-sectional area for tensile test

The cross-sectional area of the samples shall be determined by one or other of the methods described below.

In the case of the samples to be subjected to accelerated ageing, the dimensions used for the calculation of cross-sectional area shall be measured before ageing.

3.2.1 Insulation

The cross-sectional area of tubular test pieces shall be determined in accordance with the method specified in Item *b*) of Sub-clause 9.1.4 of IEC Publication 811-1-1.

3.2.2 Sheath

The cross-sectional area of each test piece shall be determined in accordance with the method specified in Sub-clause 9.2.4 of IEC Publication 811-1-1.

3.3 Tensile test

3.3.1 Conditioning of test pieces

Before the tensile test, all test pieces aged and unaged, shall be kept for at least 3 h at a temperature of $23 \pm 5^\circ\text{C}$, except for insulation and sheath which shall be kept at $23 \pm 2^\circ\text{C}$.

3.3.2 Tensile testing procedure

a) Conductor

The tensile testing of solid conductors shall be carried out in accordance with the method specified in ISO Standard 6892 and the rate of separation of jaws shall be 100 ± 20 mm/min.

b) Insulation and sheath

The test shall be made in accordance with the method specified in Sub-clause 9.1.7 of IEC Publication 811-1-1.

3.3.3 Expression of results

The value of the breaking load and the elongation at break shall be calculated in accordance with Sub-clause 9.1.8 of IEC Publication 811-1-1.

3.4 Vérification de la non-adhérence de l'enveloppe isolante

Le but de cet essai est de déterminer dans quelle mesure le conducteur peut être facilement dépouillé de son enveloppe isolante.

A cet effet, on prélève cinq échantillons de conducteurs isolés, de 300 mm de longueur environ, à chaque extrémité du câble ou du fil.

La première méthode est destinée à donner une indication générale au sujet de la non-adhérence de l'enveloppe isolante.

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 d'essai est nécessaire et, dans ces cas, la deuxième méthode doit être utilisée.

Cependant, pour les essais courants, la troisième méthode est permise.

3.4.1 Première méthode

La vérification s'effectue en retirant l'enveloppe isolante des échantillons au moyen d'une pince à dénuder ordinaire (figure 3, page 33).

Les échantillons sont alors examinés à l'œil nu.

3.4.2 Deuxième méthode (uniquement pour conducteur massif)

De chaque échantillon on sectionne proprement l'enveloppe isolante à 25 mm d'une extrémité et on dénude celle-ci avec soin sur la longueur A B (figure 4, page 33).

L'enveloppe isolante doit être coupée net, perpendiculairement à son axe longitudinal.

L'échantillon est ensuite sectionné en D et l'enveloppe isolante en C, respectivement à 85 mm et 75 mm environ de l'extrémité dénudée de façon à laisser une longueur intacte de 50 mm d'enveloppe isolante. La longueur C D de l'enveloppe isolante est alors enlevée avec soin, de manière à ne pas endommager le conducteur et à ne pas faire glisser la partie restante d'enveloppe isolante sur celui-ci.

Pour sectionner le conducteur en D, il sera fait usage de préférence d'une pince coupante ordinaire, bien aiguisée, de façon à éviter toute bavure du métal.

L'échantillon est alors placé dans un dispositif d'essai semblable à celui qui est représenté à la figure 5, page 33.

La plaque métallique est pourvue d'un trou calibré de section circulaire dont le diamètre est supérieur de 10 % au diamètre nominal du conducteur.

On mesure l'effort nécessaire pour provoquer le glissement du conducteur dans l'enveloppe isolante, l'effort de traction étant exercé sur le conducteur. La vitesse de traction doit être comprise entre 250 mm/min et 350 mm/min.

3.4.3 Troisième méthode (uniquement pour conducteur massif)

Le dispositif d'essai est semblable à celui qui est représenté à la figure 5, sauf que la plaque métallique est pourvue d'une fente dont la largeur est supérieure de $0,06 \pm 0,03$ mm au diamètre nominal du conducteur. De plus, le conducteur est sectionné proprement en C (figure 4).

L'emploi d'un dispositif manuel est permis; ce dispositif est utilisé pour retirer l'enveloppe isolante sur une longueur de 50 mm à partir de l'extrémité du conducteur. L'effort nécessaire pour provoquer le glissement du conducteur dans l'enveloppe isolante ne doit pas dépasser une valeur réglée à l'avance.

3.4 Stripping properties of insulation

The object of this test is to determine the extent to which the insulation can be easily stripped from the conductor.

Therefore, five samples of insulated conductors, approximately 300 mm in length, shall be taken at each end of the cable or wire.

The first method will give a general indication regarding the stripping properties of the insulation.

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 is necessary and, in such cases, the second method shall be adopted.

However, for routine testing the third method may be used.

3.4.1 First method

The check shall be carried out by stripping the insulation from the samples by means of normal stripping pliers (Figure 3, page 33).

The samples shall then be examined with the naked eye.

3.4.2 Second method (for solid conductor only)

Over a length A B of about 25 mm from one end of the samples, the insulation shall be cleanly cut and carefully stripped from the conductor (Figure 4, page 33).

The insulation shall be cleanly cut at right angles to its longitudinal axis.

The sample shall then be cut at D and the insulation at C, respectively about 85 mm and 75 mm from the stripped end to leave a length of 50 mm of undisturbed insulation. The insulation between C and D shall be stripped from the conductor, care being taken neither to displace the remaining part of the insulation nor to damage the conductor.

Cutting the sample at D shall be carried out preferably by means of normal cutting pliers suitably sharpened so as to avoid any burring of the metal at the cut point.

The sample is then placed in the test apparatus similar to that shown in Figure 5, page 33.

The metal plate is provided with a round hole which is 10 % greater than the nominal diameter of the conductor.

The force necessary to start the sliding of the insulation over the conductor shall be measured, the force being exerted on the conductor. The speed of the tensile machine shall be between 250 mm/min and 350 mm/min.

3.4.3 Third method (for solid conductor only)

The test apparatus shall be similar to that shown in Figure 5 except that the metal plate shall be provided with a slot having a width that is 0.06 ± 0.03 mm larger than the nominal diameter of the conductor. Also the wire shall be cut cleanly at C (Figure 4).

The test apparatus may be hand-held and shall be used to strip 50 mm of insulation from the end of a wire. The force necessary to start the sliding of the insulation over the conductor shall not exceed a pre-set value.

SECTION QUATRE – ESSAIS THERMIQUES ET CLIMATIQUES

4.1 Vieillessement accéléré

Le but du vieillissement accéléré est de conditionner les échantillons de l'enveloppe isolante et de la gaine, de manière à les amener rapidement dans un état qu'ils n'acquièrent normalement qu'après un temps assez long.

Le vieillissement accéléré est réalisé à la température de 80°C pendant une durée de 7 × 24 h, conformément à la méthode spécifiée aux paragraphes 8.1.2 et 8.1.3 de la Publication 811-1-2 de la CEI: Méthodes d'essais communes pour les matériaux d'isolation et de gainage des câbles électriques, Première partie: Méthodes d'application générale. Section deux – Méthodes de vieillissement thermique.

Note. – Pour les essais de contrôle courant, un nombre de renouvellements de l'air plus élevé que celui de la méthode spécifiée est autorisé.

4.2 Essai de déformation à chaud

Le but de cet essai est de déterminer dans quelle mesure la gaine du câble résiste à la déformation lorsque le câble soumis à des températures modérément élevées subit une pression mécanique.

L'essai de déformation à chaud est effectué à la température de 80°C conformément à la méthode spécifiée au paragraphe 8.2 de la Publication 811-3-1 de la CEI: Méthodes d'essais communes pour les matériaux d'isolation et de gainage des câbles électriques, Troisième partie: Méthodes spécifiques pour les mélanges PVC. Section un – Essai de pression à température élevée – Essais de résistance à la fissuration.

4.3 Essai de résistance à la propagation de la flamme

Le but de cet essai est de déterminer la résistance à la propagation de la flamme d'un câble ou d'un fil.

4.3.1 Fils

L'essai est effectué conformément à la méthode spécifiée dans la future Publication 332-2 de la CEI: Essais des câbles électriques soumis au feu, Deuxième partie: Essai sur fil de petite section.

4.3.2 Câbles

L'essai est effectué conformément à la méthode spécifiée dans la Publication 332-1 de la CEI: Essais des câbles électriques soumis au feu, Première partie: Essai effectué sur un câble vertical.

4.4 Essai d'enroulement à basse température

Le but de cet essai est de déterminer dans quelle mesure il peut être toléré que le câble ou le fil soit mis en œuvre après exposition à basse température.

4.4.1 Enveloppe isolante

Chaque fil à essayer doit être représenté par deux échantillons de longueur appropriée, prélevés à des endroits espacés d'au moins 1 m.

L'essai d'enroulement à basse température est effectué conformément à la méthode spécifiée au paragraphe 8.1 de la Publication 811-1-4 de la CEI: Méthodes d'essais communes pour les

SECTION FOUR – THERMAL STABILITY AND CLIMATIC TESTS

4.1 Accelerated ageing

The object of accelerated ageing is to condition the sample of insulation and sheath so that they are brought rapidly to a state normally reached after a long time.

The accelerated ageing test shall be carried out in accordance with the method specified in Sub-clauses 8.1.2 and 8.1.3 of IEC Publication 811-1-2: Common Test Methods for Insulating and Sheathing Materials of Electric Cables, Part 1: Methods for General Application. Section Two – Thermal Ageing Methods, at an ageing temperature of 80°C for a period of 7×24 h.

Note. – For routine tests, a higher number of air changes than in the specified method is permitted.

4.2 Pressure test at high temperature

The object of this test is to determine the extent to which the cable sheath can withstand deformation when the cable subjected to moderately high temperatures undergoes mechanical pressure.

The pressure test shall be carried out in accordance with the method specified in Sub-clause 8.2 of IEC Publication 811-3-1 Common Test Methods for Insulating and Sheathing Materials of Electric Cables, Part 3: Methods Specific to PVC Compounds. Section One – Pressure Test at High Temperature – Tests for Resistance to Cracking, at a temperature of 80°C.

4.3 Resistance to flame propagation

The object of this test is to determine the resistance to flame propagation of a cable or wire.

4.3.1 Wires

The test shall be carried out in accordance with the method specified in the future IEC Publication 332-2: Tests on Electric Cables under Fire Conditions, Part 2: Test on Small Single Insulated Wire.

4.3.2 Cables

The test shall be carried out in accordance with the method specified in IEC Publication 332-1: Tests on Electric Cables under Fire Conditions, Part 1: Test on a Single Vertical Insulated Wire or Cable.

4.4 Cold bend test

The object of this test is to determine the extent to which the cable or wire may be used after exposure to low temperature.

4.4.1 Insulation

Each wire to be tested shall be represented by two samples of suitable length taken from places separated by at least 1 m.

The cold bend test shall be carried out in accordance with the method specified in Sub-clause 8.1 of IEC Publication 811-1-4: Common Test Methods for Insulating and Sheathing

matériaux d'isolation et de gainage des câbles électriques, Première partie: Méthodes d'application générale. Section quatre – Essais à basse température.

La température de l'essai doit être de $-15 \pm 2^\circ\text{C}$.

4.4.2 Gaine

Chaque gaine à essayer doit être représentée par deux échantillons du câble en état de livraison de longueur appropriée, prélevés à des endroits espacés d'au moins 1 m.

L'essai d'enroulement à basse température est effectué conformément à la méthode spécifiée au paragraphe 8.2 de la Publication 811-1-4 de la CEI.

La température de l'essai doit être de $-15 \pm 2^\circ\text{C}$.

4.5 Essai de choc thermique

Le but de cet essai est de déterminer dans quelle mesure l'enveloppe isolante ou la gaine supporte sans dommage des variations de température.

4.5.1 Enveloppe isolante

L'essai de choc thermique de l'enveloppe isolante est effectué conformément à la méthode spécifiée au paragraphe 9.1 de la Publication 811-3-1 de la CEI, excepté que chaque échantillon est enroulé en hélice, à raison de trois spires jointives complètes sur un mandrin dont le diamètre doit avoir la valeur, arrondie au millimètre le plus proche, de trois fois le diamètre moyen du conducteur isolé.

4.5.2 Gaine

L'essai de choc thermique de la gaine est effectué conformément à la méthode spécifiée au paragraphe 9.2 de la Publication 811-3-1 de la CEI, excepté que chaque échantillon consiste en une bande de 4 mm de large découpée dans la gaine parallèlement à l'axe du câble. Les échantillons sont enroulés en hélice à raison de six spires jointives complètes sur un mandrin dont le diamètre doit avoir la valeur spécifiée dans le tableau suivant:

Épaisseur moyenne de la gaine (mm)	Diamètre du mandrin (mm)
Jusqu'à 1 compris	5
plus de 1	10

4.6 Mesure de la rétraction de l'enveloppe isolante après échauffement du conducteur

Le but de cet essai est de vérifier dans quelle mesure l'enveloppe isolante a subi une rétraction après échauffement du conducteur.

L'essai est effectué conformément à la méthode spécifiée à l'article 10 de la Publication 811-1-3 de la CEI: Méthodes d'essais communes pour les matériaux d'isolation et de gainage des câbles électriques, Première partie: Méthodes d'application générale. Section trois – Méthodes de détermination de la masse volumique – Essais d'absorption d'eau – Essai de rétraction. Pour les fils de diamètre inférieur à 1,5 mm, l'éprouvette doit avoir une longueur de 100 ± 5 mm et présenter des extrémités nettement coupées (les extrémités ne sont pas dénudées).

Chaque éprouvette doit être soumise à la température de $150 \pm 2^\circ\text{C}$ pendant 15 min.

Materials of Electric Cables, Part 1: Methods for General Application. Section Four – Tests at Low Temperature.

The test temperature shall be $-15 \pm 2^\circ\text{C}$.

4.4.2 Sheath

Each sheath to be tested shall be represented by two pieces of completed cable of suitable length taken from places separated by at least 1 m.

The cold bend test shall be carried out in accordance with the method specified in Sub-clause 8.2 of IEC Publication 811-1-4.

The test temperature shall be $-15 \pm 2^\circ\text{C}$.

4.5 Heat shock test

The object of this test is to determine the extent to which the insulation or the sheath withstands variations in temperature without sustaining damage.

4.5.1 Insulation

The heat shock test for insulation shall be carried out in accordance with the method specified in Sub-clause 9.1 of IEC Publication 811-3-1, except that each sample shall be wound helically for three complete contiguous turns around a mandrel of diameter having a value, rounded off to the nearest whole millimetre, of three times the mean overall diameter of the insulated conductor.

4.5.2 Sheath

The heat shock test for sheaths shall be carried out in accordance with method specified in Sub-clause 9.2 of IEC Publication 811-3-1, except that each sample shall be a strip 4 mm wide cut from the sheath in the direction of the axis of the cable. The samples shall be wound helically for six complete contiguous turns round a mandrel of diameter as specified in the following table:

Mean thickness of sheath (mm)	Mandrel diameter (mm)
Up to and including 1	5
more than 1	10

4.6 Measurement of insulation shrinkage after overheating of conductor

The object of this test is to check the extent to which the insulation shrinks after overheating of the conductor.

The test shall be carried out in accordance with the method specified in Clause 10 of IEC Publication 811-1-3: Common Test Methods for Insulating and Sheathing Materials of Electric Cables, Part 1: Methods for General Application. Section Three – Methods for Determining the Density – Water Absorption Tests – Shrinkage Test. For wire of less than 1.5 mm diameter the test sample shall be 100 ± 5 mm long with cleanly cut ends (without stripped ends).

Each test piece shall be heated at a temperature of $150 \pm 2^\circ\text{C}$ for 15 min.

4.7 Essai de soudage des conducteurs étamés

Le but de cet essai est de déterminer dans quelle mesure la couche d'étain recouvrant les conducteurs permet des soudures aisées.

La vérification s'effectue par la méthode du bain de soudure spécifiée au paragraphe 4.6 de la Publication 68-2-20 de la CEI: Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique, Deuxième partie: Essais – Essai T: Soudure.

On doit utiliser un fondant neutre.

SECTION CINQ – ESSAIS ÉLECTRIQUES

5.1 Résistance électrique des conducteurs

La résistance électrique des conducteurs est mesurée sur le câble ou sur le fil en état de livraison, au moyen d'un dispositif n'introduisant pas d'erreur de mesure supérieure à 0,5 % de la valeur à déterminer.

La valeur mesurée, corrigée proportionnellement à la longueur et exprimée en ohms/kilomètre, est ramenée à la température de référence de 20 °C.

Pour les conducteurs de cuivre, on procède à la correction de température en multipliant la valeur mesurée par le facteur k , où:

$$k = \frac{1}{1 + 0,00393 (t - 20)}$$

Dans cette formule t représente la température en degrés Celsius à laquelle la mesure a été effectuée.

Note. – Pour procéder à la correction de longueur, on multiplie la valeur mesurée par le facteur $\frac{1}{L}$ (L étant la longueur du câble exprimée en kilomètres).

5.2 Rigidité diélectrique

Cet essai s'effectue avant la mesure de la résistance d'isolement faisant l'objet du paragraphe 5.3.

La rigidité diélectrique de l'enveloppe isolante est contrôlée sur le câble ou sur un échantillon de fil en état de livraison, au moyen d'une source de tension réglable, continue ou alternative. Dans ce dernier cas, la forme de l'onde doit être approximativement sinusoïdale, la fréquence doit être comprise entre 40 Hz et 60 Hz et la tension à prendre en considération doit être exprimée en valeur efficace.

La valeur de la tension d'essai ainsi que la durée d'application de cette dernière sont précisées dans les spécifications particulières.

Une résistance de protection, de valeur suffisamment élevée, est insérée dans le circuit reliant la source de tension à l'échantillon en essai.

5.2.1 Fils

a) Fils sans écran

L'essai de tension doit être effectué conformément à la méthode spécifiée au paragraphe 3.2.1 de la Publication 885-1 de la CEI: Méthodes d'essais électriques pour les câbles électriques, Première partie: Essais électriques pour les câbles, les conducteurs et les fils, pour une tension inférieure ou égale à 450/750 V.

4.7 Solder test on tinned conductors

The object of this test is to determine the extent to which the tin coating of the conductors permits easy soldering.

Compliance shall be checked by the solder bath method specified in Sub-clause 4.6 of IEC Publication 68-2-20: Basic Environmental Testing Procedures, Part 2: Tests – Test T: Soldering.

Non-activated flux shall be used.

SECTION FIVE – ELECTRICAL TESTS

5.1 Electrical resistance of conductors

The electrical resistance shall be measured on the finished cable or wire by means of a device capable of measuring accurately to within 0.5 % of the value to be determined.

The measured value, corrected proportionately to the length and expressed in ohms/kilometre, shall be referred to the standard temperature of 20°C.

For copper conductors the resistance shall be corrected to the standard temperature by multiplying the measured value by the factor k , where:

$$k = \frac{1}{1 + 0.00393 (t - 20)}$$

In this formula, t is the temperature in Celsius degrees at which the measurement is made.

Note. – To correct the value proportionately to the length, the measured resistance should be multiplied by the factor $\frac{1}{L}$ (L being the length of the cable in kilometres).

5.2 Dielectric strength

This test shall be carried out before the measurement of insulation resistance described in Sub-clause 5.3.

The dielectric strength of the insulation shall be checked on the finished cable or on a sample of wire. The test voltage may be either d.c. or a.c. In the latter case, the waveform shall be approximately sinusoidal. The frequency shall be between 40 Hz and 60 Hz, and the voltage to be taken into consideration shall be expressed as an r.m.s. value.

The value of the test voltage and the duration of application are specified in the relevant specifications.

A protective resistance of adequately high value shall be connected in the circuit supplying the test voltage to the sample under test.

5.2.1 Wires

a) Unscreened wires

The voltage test shall be carried out in accordance with the method specified in Sub-clause 3.2.1 of IEC Publication 885-1: Electrical Test Methods for Electric Cables, Part 1: Electrical Tests for Cables, Cords and Wires for Voltages up to and including 450/750 V.

b) Fils avec écran

L'essai de tension doit être effectué conformément à la méthode spécifiée au paragraphe 3.2.2 de la Publication 885-1 de la CEI.

5.2.2 Câbles

L'essai s'effectue sur les longueurs entières de câble en état de livraison.

La tension est appliquée progressivement sans dépasser le taux de 1 kV/s et successivement :

- entre un conducteur quelconque et tous les autres plus l'écran (si celui-ci existe) reliés à la terre lorsque l'unité de câblage est le fil simple ;
- entre un groupe de conducteurs et l'autre groupe relié à la terre lorsque l'unité de câblage est la paire (par «groupe» on entend soit tous les conducteurs «a» reliés entre eux, soit tous les conducteurs «b» reliés entre eux) ; l'écran, lorsqu'il existe, est relié successivement au groupe mis à la terre ;
- entre un groupe quelconque de conducteurs et les deux autres groupes reliés à la terre lorsque l'unité de câblage est la tierce (par «groupe» on entend soit tous les conducteurs «a» reliés entre eux, soit tous les conducteurs «b» reliés entre eux, soit tous les conducteurs «c» reliés entre eux) ; l'écran, lorsqu'il existe, est relié aux deux groupes interconnectés ;
- entre un groupe quelconque de conducteurs et l'autre groupe relié à la terre lorsque l'unité de câblage est la quarte-étoile (par «groupe» on entend soit tous les conducteurs «a» et «b» reliés entre eux, soit tous les conducteurs «c» et «d» reliés entre eux) ; l'écran, lorsqu'il existe, est relié successivement au groupe mis à la terre ;
- entre un groupe quelconque et les quatre autres groupes reliés à la terre lorsque l'unité de câblage est la quinte ; l'écran, lorsqu'il existe, est relié aux quatre groupes interconnectés.

La pleine tension est maintenue pendant le temps imposé.

5.3 Résistance d'isolement

Cette mesure s'effectue après l'essai de rigidité diélectrique faisant l'objet du paragraphe 5.2.

La résistance d'isolement est mesurée sur le câble ou sur un échantillon du fil en état de livraison au moyen d'un dispositif n'introduisant pas d'erreur de mesure supérieure à 10 % de la valeur à déterminer.

5.3.1 Fils

a) Fils sans écran

La vérification de la résistance d'isolement doit être effectuée conformément à la méthode spécifiée au paragraphe 4.2.1 de la Publication 885-1 de la CEI.

b) Fils avec écran

La vérification de la résistance d'isolement doit être effectuée conformément à la méthode spécifiée au paragraphe 4.2.2 de la Publication 885-1 de la CEI.

5.3.2 Câbles

La mesure s'effectue sur les longueurs entières de câble en état de livraison.

La résistance d'isolement doit être mesurée après 1 min d'application de la tension entre chaque conducteur et tous les autres, plus l'écran lorsqu'il existe, reliés à la terre.

b) Screened wires

The voltage test shall be carried out in accordance with the method specified in Sub-clause 3.2.2 of IEC Publication 885-1.

5.2.2 Cables

The test shall be carried out on complete lengths of the finished cable.

The voltage shall be applied gradually at a rate not exceeding 1 kV/s and consecutively:

- between any conductor and all others plus the screen, if any, connected to earth, if the cabling element is a single wire;
- between either group and the other group connected to earth if the cabling element is a pair (a group is all conductors "a" connected together, or all conductors "b" connected together); the screen, if any, shall be connected in turn to the earthed group;
- between any group and the other two groups connected to earth, if the cabling element is a triple (a group is considered to be all conductors "a" connected together, or all conductors "b" connected together, or all conductors "c" connected together); the screen, if any, shall be connected to the two interconnected groups;
- between either group and the other group connected to earth, if the cabling element is a star quad (a group is all conductors "a" and "b" connected together, or all conductors "c" and "d" connected together); the screen, if any, shall be connected in turn to the earthed group;
- between any group and the four other groups connected to earth, if the cabling element is a quintuple; the screen, if any, shall be connected to the four interconnected groups.

The full voltage shall be maintained for the specified period.

5.3 Insulation resistance

This measurement shall be made after the dielectric strength test described in Sub-clause 5.2.

The insulation resistance shall be measured on the finished cable or on a sample of wire by means of a device capable of measuring to within 10% of the value to be determined.

5.3.1 Wires**a) Unscreened wires**

The insulation resistance test shall be carried out in accordance with the method specified in Sub-clause 4.2.1 of IEC Publication 885-1.

b) Screened wires

The insulation resistance test shall be carried out in accordance with the method specified in Sub-clause 4.2.2 of IEC Publication 885-1.

5.3.2 Cables

The measurement shall be carried out on complete lengths of the finished cable.

The insulation resistance shall be measured after a one-minute application of the test voltage between each conductor and all others plus the screen, if any, connected to earth.

5.4 Capacité mutuelle

La capacité mutuelle est mesurée sur le câble en l'état de livraison au moyen d'un dispositif n'introduisant pas d'erreur de mesure supérieure à 1 % de la valeur à déterminer.

La mesure s'effectue en courant alternatif à une fréquence comprise entre 500 Hz et 2 000 Hz.

Aucune mesure ne se fait sur les câbles dont l'élément de câblage est le fil simple.

Pour les câbles en paires et en tierces, la capacité mutuelle est mesurée sur un certain nombre d'éléments entre fil «a» et fil «b», tous les autres conducteurs étant reliés entre eux et à l'écran lorsque celui-ci existe.

Pour les câbles en quarts et en quintes, la capacité mutuelle est mesurée sur un certain nombre d'éléments, entre fil «a» et fil «b» et, si cette condition est imposée, entre fil «c» et fil «d», tous les autres conducteurs étant reliés entre eux et à l'écran lorsque celui-ci existe.

Note. – Il est permis d'effectuer la mesure de capacité mutuelle sans relier les autres conducteurs à la terre.

La capacité mesurée est corrigée proportionnellement à la longueur et s'exprime en nanofarads par kilomètre.

5.5 Déséquilibre de capacité

Le déséquilibre de capacité est mesuré sur le câble en l'état de livraison, au moyen d'un dispositif n'introduisant pas d'erreur de mesure supérieure à 5 pF + 5 % de la valeur à déterminer.

La mesure s'effectue en courant alternatif à une fréquence comprise entre 500 Hz et 2 000 Hz.

Pour les câbles en paires et en tierces, le déséquilibre est mesuré entre paires différentes. Pour les câbles en quarts et en quintes, le déséquilibre est mesuré entre les paires a b de différents éléments de câblage, et, si cette condition est imposée, entre les paires a b et c d du même élément de câblage. Les deux tiers au moins des combinaisons essayées seront choisis dans les éléments de câblage adjacents.

Les déséquilibres de capacité s'expriment en picofarads par 500 m de longueur de câble.

Lorsque le câble essayé a une longueur L différente de 500 m, la valeur mesurée est à multiplier par un facteur de correction égal à $500/L$.

Les longueurs inférieures à 100 m sont considérées comme égales à 100 m.