

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
811-1-1**

Deuxième édition
Second edition
1993-10

**Méthodes d'essais communes pour les matériaux
d'isolation et de gainage des câbles électriques –**

Partie 1:

Méthodes d'application générale –

Section 1: Mesure des épaisseurs et
des dimensions extérieures –

Détermination des propriétés mécaniques

**Common test methods for insulating and
sheathing materials of electric cables –**

Part 1:

Methods for general application –

Section 1: Measurement of thickness and
overall dimensions –

Tests for determining the mechanical properties



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 811-1-1: 1993

Validité de la présente publication

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

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles auprès du Bureau Central de la CEI.

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

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

Terminologie

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

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

Symboles graphiques et littéraux

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

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

et pour les appareils électromédicaux,

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

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

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

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

Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available from the IEC Central Office.

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

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

Terminology

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

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

Graphical and letter symbols

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

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

and for medical electrical equipment,

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

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

IEC publications prepared by the same technical committee

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

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
811-1-1**

Deuxième édition
Second edition
1993-10

**Méthodes d'essais communes pour les matériaux
d'isolation et de gainage des câbles électriques –**

Partie 1:

Méthodes d'application générale –

Section 1: Mesure des épaisseurs et
des dimensions extérieures –

Détermination des propriétés mécaniques

**Common test methods for insulating and
sheathing materials of electric cables –**

Part 1:

Methods for general application –

Section 1: Measurement of thickness and
overall dimensions –

Tests for determining the mechanical properties

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

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni
utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun pro-
cédé, 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

R

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
Articles	
1 Domaine d'application	6
1.1 Références normatives	6
2 Valeurs prescrites pour les essais	6
3 Application	8
4 Essais de type et autres essais	8
5 Préconditionnement	8
6 Température d'essais	8
7 Définitions	8
7.1 Force maximale de traction	8
7.2 Contrainte de traction	8
7.3 Résistance à la traction	8
7.4 Allongement à la rupture	8
7.5 Valeur médiane	8
8 Mesure des épaisseurs et des dimensions extérieures	8
8.1 Mesure de l'épaisseur des enveloppes isolantes	8
8.2 Mesure de l'épaisseur des gaines non métalliques	12
8.3 Mesures des dimensions extérieures	14
9 Détermination des propriétés mécaniques des mélanges pour enveloppes isolantes et gaines	16
9.1 Mélanges pour enveloppes isolantes	16
9.2 Mélanges pour gaines	26
Figures	30
Annexe	
A Principe de fonctionnement d'une machine type pour la préparation des éprouvettes	38

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
Clause	
1 Scope	7
1.1 Normative references	7
2 Test values	7
3 Applicability	9
4 Type tests and other tests	9
5 Pre-conditioning	9
6 Test temperature	9
7 Definitions	9
7.1 Maximum tensile force	9
7.2 Tensile stress	9
7.3 Tensile strength	9
7.4 Elongation at break	9
7.5 Median value	9
8 Measurement of thicknesses and overall dimensions	9
8.1 Measurement of insulation thickness	9
8.2 Measurement of thickness of non-metallic sheath	13
8.3 Measurement of overall dimensions	15
9 Tests for determining the mechanical properties of insulating and sheathing compounds	17
9.1 Insulating compounds	17
9.2 Sheathing compounds	27
Figures	30
Annex	
A Principle of operation of a typical machine for preparing test pieces	39

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MÉTHODES D'ESSAIS COMMUNES POUR LES MATÉRIAUX D'ISOLATION ET DE GAINAGE DES CÂBLES ÉLECTRIQUES -

Partie 1: Méthodes d'application générale - Section 1: Mesure des épaisseurs et des dimensions extérieures - Détermination des propriétés mécaniques

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale CEI 811-1-1 a été établie par le comité d'études 20 de la CEI: Câbles électriques.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 1985, le corrigendum aux publications 811 de la CEI, publié en 1986, la modification n° 2, 1989 comprenant la modification n° 1, 1988, et constitue une révision technique.

Le texte de cette norme est issu de la première édition (1985) et son amendement n° 2 (1989) (paragraphe 9.1.4 c)) ainsi que des documents suivants:

DIS	Rapport de vote
20(BC)205	20(BC)208

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**COMMON TEST METHODS FOR INSULATING AND
SHEATHING MATERIALS OF ELECTRIC CABLES -****Part 1: Methods for general application -
Section 1: Measurement of thickness and overall dimensions -
Tests for determining the mechanical properties**

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international cooperation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by technical committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 3) They have the form of recommendations for international use published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.

International Standard IEC 811-1-1 has been prepared by IEC technical committee 20: Electric cables.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 1985, the corrigendum to the IEC 811 series, published in 1986, amendment No. 2, 1989, incorporating amendment No. 1, 1988, and constitutes a technical revision.

The text of this standard is based on the first edition (1985) and its amendment No. 2 (1989) (sub-clause 9.1.4 c)) as well as the following documents:

DIS	Report on voting
20(CO)205	20(CO)208

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

Annex A is for information only.

MÉTHODES D'ESSAIS COMMUNES POUR LES MATÉRIAUX D'ISOLATION ET DE GAINAGE DES CÂBLES ÉLECTRIQUES -

Partie 1: Méthodes d'application générale - Section 1: Mesure des épaisseurs et des dimensions extérieures - Détermination des propriétés mécaniques

1 Domaine d'application

La Norme internationale CEI 811-1 précise les méthodes d'essais à employer pour l'essai des matériaux polymères d'isolation et de gainage des câbles électriques pour la distribution d'énergie et les télécommunications, y compris les câbles utilisés à bord des navires.

La présente section de la CEI 811-1 donne les méthodes pour la mesure des épaisseurs et des dimensions extérieures, et pour la détermination des propriétés mécaniques, qui s'appliquent aux types les plus courants de mélanges isolants et de gainage (élastomères, PVC, PE, PP, etc.).

1.1 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente section de la CEI 811-1. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente section de la CEI 811-1 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 811-1-2: 1985, *Méthodes d'essais communes pour les matériaux d'isolation et de gainage des câbles électriques - Première partie: Méthodes d'application générale - Section 2: Méthodes de vieillissement thermique*

CEI 811-1-3: 1985, *Méthodes d'essais communes pour les matériaux d'isolation et de gainage des câbles électriques - Première partie: Méthodes d'application générale - Section 3: Méthodes de détermination de la masse volumique - Essais d'absorption d'eau - Essai de rétraction*

CEI 811-2-1: 1986, *Méthodes d'essais communes pour les matériaux d'isolation et de gainage des câbles électriques - Deuxième partie: Méthodes spécifiques pour les mélanges élastomères - Section 1: Essai de résistance à l'ozone - Essai d'allongement à chaud - Essai de résistance à l'huile*

2 Valeurs prescrites pour les essais

Les prescriptions complètes des essais (conditions d'essais telles que températures, durées, etc.) et les résultats à obtenir ne figurent pas dans cette norme. Ils figurent, en principe, dans les normes particulières à chaque type de câble.

Toutes les valeurs prescrites pour les essais dans cette section peuvent être modifiées par la norme du câble correspondant afin de répondre aux exigences particulières de celui-ci.

COMMON TEST METHODS FOR INSULATING AND SHEATHING MATERIALS OF ELECTRIC CABLES –

Part 1: Methods for general application – Section 1: Measurement of thickness and overall dimensions – Tests for determining the mechanical properties

1 Scope

The International Standard IEC 811-1 specifies the test methods to be used for testing polymeric insulating and sheathing materials of electric cables for power distribution and telecommunications including cables used on ships.

This section of IEC 811-1 gives the methods for measuring thicknesses and overall dimensions, and for determining the mechanical properties, which apply to the most common types of insulating and sheathing compounds (elastomeric, PVC, PE, PP, etc.).

1.1 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this section of IEC 811-1. At the time of publication of this standard, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this section of IEC 811-1 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 811-1-2: 1985, *Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables – Part 1: Methods for general application – Section Two: Thermal ageing methods*

IEC 811-1-3: 1985, *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*

IEC 811-2-1: 1986, *Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables – Part 2: Methods specific to elastomeric compounds – Section 1: Ozone resistance test – Hot set test – Mineral oil immersion test*

2 Test values

Full test conditions (such as temperatures, durations, etc.) and full test requirements are not specified in this standard; it is intended that they should be specified by the standard dealing with the relevant type of cable.

Any test requirements which are given in this section may be modified by the relevant cable standard to suit the needs of a particular type of cable.

3 Application

Les valeurs de conditionnement et les paramètres d'essais qui sont indiqués correspondent aux mélanges d'isolation et de gainage ainsi qu'aux fils et câbles, rigides et souples, des types les plus courants.

4 Essais de type et autres essais

Cette section décrit essentiellement des méthodes relatives aux essais de type. Pour certains essais, des différences importantes existent entre les conditions dans lesquelles sont conduits les essais de type et des essais plus répétitifs, comme les essais individuels; ces différences sont alors précisées.

5 Préconditionnement

Tous les essais doivent être exécutés plus de 16 h après l'extrusion ou la vulcanisation (ou la réticulation), s'il y a lieu, des mélanges d'isolation et de gainage.

Sauf spécification contraire, avant tout essai, les éprouvettes, vieilles ou non, doivent être conservées à une température de $(23 \pm 5) ^\circ\text{C}$ pendant au moins 3 h.

6 Température d'essais

Les essais doivent être effectués à la température ambiante, sauf spécification contraire.

7 Définitions

Pour les besoins de la présente section de la CEI 811-1, les définitions suivantes sont applicables:

7.1 force maximale de traction: La plus forte valeur atteinte par la force, au cours de l'essai.

7.2 contrainte de traction: Force de traction par unité de surface de la section droite initiale de la partie calibrée.

7.3 résistance à la traction: Contrainte de traction maximale supportée par l'éprouvette au cours de l'essai de traction poursuivi jusqu'à la rupture.

7.4 allongement à la rupture: Accroissement de la longueur de référence de l'éprouvette à la rupture, exprimée en pourcentage par rapport à la longueur de référence.

7.5 valeur médiane: Plusieurs résultats d'essais ayant été obtenus et classés par valeurs croissantes ou décroissantes, la valeur médiane est la valeur du milieu de la série si le nombre de valeurs disponibles est impair, et la moyenne arithmétique des deux valeurs centrales dans la série si le nombre est pair.

8 Mesure des épaisseurs et des dimensions extérieures

8.1 Mesure de l'épaisseur des enveloppes isolantes

8.1.1 Généralités

La mesure de l'épaisseur de l'enveloppe isolante peut être prescrite à titre d'essai individuel ou d'opération dans la procédure d'exécution d'autres essais, tels que la détermination des propriétés mécaniques.

3 Applicability

Conditioning values and testing parameters are specified for the most common types of insulating and sheathing compounds and of cables, wires and cords.

4 Type tests and other tests

The test methods described in this section are intended, in the first instance, to be used for type tests. In certain tests, where there are essential differences between the conditions for type tests and those for more frequent tests, such as routine tests, these differences are indicated.

5 Pre-conditioning

All the tests shall be carried out not less than 16 h after the extrusion or vulcanization (or cross-linking), if any, of the insulating or sheathing compounds.

Unless otherwise specified, before any test, all test pieces, aged and unaged, shall be kept for at least 3 h at a temperature of $(23 \pm 5) ^\circ\text{C}$.

6 Test temperature

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

7 Definitions

For the purposes of this section of IEC 811-1, the following definitions apply:

7.1 maximum tensile force: Highest value reached by the load during the test.

7.2 tensile stress: Tensile force per unit of the cross-sectional area of the unstretched test piece.

7.3 tensile strength: Maximum tensile stress recorded in extending the test piece to breaking point.

7.4 elongation at break: Increase of the reference length of the test piece, expressed as the percentage of the reference length of the unstretched test piece, at breaking point.

7.5 median value: 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.

8 Measurement of thicknesses and overall dimensions

8.1 Measurement of insulation thickness

8.1.1 General

Measurement of insulation thickness may be required as an individual test, or as a step in the procedure for carrying out other tests, such as the determination of mechanical properties.

Dans chaque cas, les échantillons sont prélevés en utilisant les méthodes indiquées dans la norme particulière au type de câble considéré.

8.1.2 *Matériel de mesure*

On utilise un microscope de mesure ou un projecteur de mesure ayant un grandissement d'au moins 10 fois. Ces deux instruments doivent permettre de lire avec précision le centième de millimètre et d'estimer la troisième décimale lorsqu'on mesure des épaisseurs prescrites inférieures à 0,5 mm.

En cas de doute, c'est le microscope de mesure qui est l'instrument de référence.

8.1.3 *Préparation des éprouvettes*

On débarrasse l'enveloppe isolante des protections éventuelles et on extrait l'âme conductrice avec le séparateur (s'il y a lieu), en veillant à ne pas endommager l'enveloppe isolante. On ne doit pas éliminer les couches semi-conductrices internes et/ou externes si elles sont adhérentes à l'enveloppe isolante.

Chaque éprouvette est constituée par une tranche mince de l'enveloppe isolante. La tranche est coupée avec un appareil approprié (couteau bien affilé, lame de rasoir, etc.) suivant un plan perpendiculaire à l'axe du conducteur.

Les conducteurs des câbles souples méplats sans gaine ne doivent pas être séparés.

Si l'enveloppe porte un marquage en creux, ayant ainsi localement une épaisseur réduite, on prélève l'éprouvette de manière à inclure un tel marquage.

8.1.4 *Méthode de mesure*

On place l'éprouvette sur l'appareil de mesure, le plan de coupe étant normal à l'axe optique.

- a) Si le profil intérieur de l'éprouvette est circulaire, on procède à six mesures radiales, comme l'indique la figure 1. Dans le cas de conducteurs sectoriaux, les six mesures sont effectuées comme l'indique la figure 2.
- b) Si l'enveloppe isolante est prélevée sur une âme câblée, on effectue les six mesures radiales comme l'indiquent les figures 3 et 4.
- c) Si le profil extérieur est de forme irrégulière, on doit effectuer les mesures comme l'indique la figure 5.
- d) Si des couches semi-conductrices internes et/ou externes ne peuvent être séparées de l'enveloppe isolante, on effectue les mesures sans y inclure l'épaisseur de ces couches. Si des couches semi-conductrices internes et/ou externes ne peuvent être séparées d'une enveloppe isolante opaque, on doit utiliser un microscope de mesure.
- e) Pour les câbles souples méplats sans gaine, on effectue les mesures comme l'indique la figure 6; on prend comme épaisseur, dans la direction de l'autre âme, la moitié de la distance entre les âmes.

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

Si l'enveloppe isolante porte un marquage en creux, celui-ci ne doit pas être inclus dans les mesures utilisées pour le calcul de l'épaisseur moyenne. En tout cas, l'épaisseur à l'endroit du marquage en creux doit répondre à la condition d'épaisseur minimale spécifiée dans la norme particulière au type de câble considéré.

In each case, the methods of selection of samples shall be in accordance with the relevant cable standard.

8.1.2 *Measuring equipment*

A measuring microscope or a profile projector of at least 10 x magnification. Both types of equipment shall allow a reading of 0,01 mm and an estimated reading to three decimal places when measuring insulation with a specified thickness less than 0,5 mm.

In case of doubt, the measuring microscope shall be taken as the reference method.

8.1.3 *Preparation of test pieces*

Any covering shall be removed from the insulation, and the conductor(s), together with separator (if any) shall be withdrawn, care being taken to avoid damage to the insulation. Semi-conducting inner and/or outer layers, if bonded to the insulation, shall not be removed.

Each test piece shall consist of a thin slice of insulation. The slice shall be cut with a suitable device (sharp knife, razor blade, etc.) along a plane perpendicular to the longitudinal axis of the conductor.

The cores of non-sheathed flat cords shall not be separated.

If the insulation carries an indented marking, thus giving rise to a local reduction in thickness, the test piece shall be taken so as to include such marking.

8.1.4 *Measuring procedure*

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

- a) When the inner profile of the test piece is of circular form, six measurements shall be made radially as shown in figure 1. For sector-shaped cores, six measurements shall be made as shown in figure 2.
- b) When the insulation is taken from a stranded conductor, six measurements shall be made radially as shown in figures 3 and 4.
- c) When the outer profile shows unevenness, the measurement shall be carried out as shown in figure 5.
- d) When there are unremovable screening layers under and/or over the insulation, they shall be excluded from the measurements.

If unremovable screening layers are present under and/or over an opaque insulation, a measuring microscope shall be used.

- e) Flat non-sheathed cords shall be measured according to figure 6, the thickness of insulation in the direction of the other core being taken as half the distance between the conductors.

In all cases, the first measurement shall be taken where the insulation is thinnest.

If the insulation carries an indented marking, this shall not be included in the measurements made for the calculation of mean thickness. In any case, the thickness at the position of the indented marking shall comply with the minimum requirement specified in the relevant cable standard.

Les lectures sont effectuées en millimètres à la deuxième décimale, si l'épaisseur prescrite de l'enveloppe isolante est égale ou supérieure à 0,5 mm. Pour les épaisseurs prescrites de l'enveloppe isolante inférieures à 0,5 mm, les lectures sont effectuées en estimant la troisième décimale.

8.1.5 *Evaluation des résultats de mesures*

Les résultats doivent être évalués suivant les prescriptions de la norme particulière au type de câble considéré.

Dans le cas d'essais mécaniques, la valeur moyenne de l'épaisseur δ de chaque éprouvette (voir point b1) de 9.1.4) est la moyenne des six résultats de mesure obtenus sur cette éprouvette.

8.2 *Mesure de l'épaisseur des gaines non métalliques*

8.2.1 *Généralités*

La mesure de l'épaisseur de la gaine peut être prescrite à titre d'essai individuel ou comme une opération dans la procédure d'exécution d'autres essais, comme la détermination des propriétés mécaniques. La méthode d'essai s'applique à toutes les gaines pour lesquelles des épaisseurs sont prescrites, par exemple les gaines de séparation aussi bien que les gaines externes.

Dans chaque cas, les échantillons sont prélevés conformément à la méthode indiquée dans la norme particulière au type de câble considéré.

8.2.2 *Matériel de mesure*

(Voir 8.1.2.)

8.2.3 *Préparation des éprouvettes*

Après avoir retiré le cas échéant, tous les matériaux à l'intérieur et à l'extérieur du tronçon de gaine, on prépare chaque éprouvette en coupant avec un appareil approprié (couteau bien affilé, lame de rasoir, etc.) une tranche mince suivant un plan perpendiculaire à l'axe longitudinal du câble.

Si la gaine porte un marquage en creux, ayant ainsi localement une épaisseur réduite, on prélève l'éprouvette de manière à inclure un tel marquage.

8.2.4 *Méthode de mesure*

On place l'éprouvette sur la platine de l'appareil de mesure, le plan de coupe étant normal à l'axe optique.

- a) Si le profil intérieur de l'éprouvette est circulaire, on procède à six mesures radiales, comme l'indique la figure 1.
- b) Si le profil intérieur pratiquement circulaire n'est ni régulier ni lisse, on procède à six mesures radiales dans les positions où la gaine est la plus mince, comme l'indique la figure 7.
- c) Si le profil intérieur n'est pas circulaire à cause des empreintes des conducteurs, on effectue un nombre approprié de mesures radiales au fond des empreintes formées par les conducteurs, comme l'indique la figure 8.

Si les empreintes sont plus de six, on applique les modalités du point b).

The readings shall be made in millimetres to two decimal places if the specified thickness is 0,5 mm or above and to three estimated decimal places if the specified thickness of the insulation is less than 0,5 mm.

8.1.5 *Evaluation of the measurement results*

The results shall be evaluated as specified in the test requirements of the relevant cable standard.

In the case of mechanical tests, the mean value of the thickness, δ , of each test piece (see item b1) of 9.1.4) shall be calculated from the six measurement results obtained on that test piece.

8.2 *Measurement of thickness of non-metallic sheath*

8.2.1 *General*

The measurement of sheath thickness may be required as an individual test, or as a step in the procedure for carrying out other tests, such as the measurement of mechanical properties. The test method applies to the measurement of all sheaths for which thickness limits are specified, for example separation sheaths, as well as external sheaths.

In each case, the method of selecting samples shall be in accordance with the relevant cable standard.

8.2.2 *Measuring equipment*

(See 8.1.2.)

8.2.3 *Preparation of test pieces*

After all materials, if any, inside and outside the sheath have been removed, each test piece shall be prepared by cutting a thin slice along a plane perpendicular to the longitudinal axis of the cable, using a suitable device (sharp knife, razor blade, etc.).

If the sheath carries an indented marking, thus giving rise to a local reduction in thickness, the test piece shall be taken so as to include such marking.

8.2.4 *Measuring procedure*

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

- a) When the inner profile of the test piece is of circular form, six measurements shall be made radially as shown in figure 1.
- b) If the substantially circular inner surface is not regular or smooth, six measurements shall be made radially at the positions where the sheath is thinnest, as shown in figure 7.
- c) When the inner profile exhibits deep grooves caused by the cores, radial measurements shall be taken at the bottom of each groove, as shown in figure 8.

When the number of grooves exceeds six, item b) applies.

d) En vue d'éliminer l'influence d'éventuelles irrégularités sur la surface externe, qui peuvent être dues à la présence d'un ruban ou de stries sur la gaine, les mesures doivent être faites comme l'indique la figure 9.

e) Dans le cas de câbles souples méplats sous gaine, les mesures doivent être faites suivant des directions sensiblement parallèles au petit axe et au grand axe de la section droite du câble, au niveau de chacun des conducteurs, une des mesures étant faite toutefois à l'endroit où l'épaisseur est la plus faible, comme l'indique la figure 10.

f) Pour les câbles plats sous gaine composés d'au plus six conducteurs, les mesures doivent être faites comme l'indique la figure 11:

- sur chacun des bords arrondis suivant le grand axe de la section droite;
- sur chacune des parties planes au niveau du premier et du dernier conducteur, et à l'endroit où la gaine est la plus mince (on mesure également l'épaisseur opposée) si cela ne coïncide pas avec une des autres mesures.

Pour les câbles comportant plus de six conducteurs, on procède comme ci-dessus, mais des mesures doivent être faites également au niveau du conducteur, ou de l'un des deux conducteurs médians dans le cas d'un nombre pair de conducteurs.

Dans tous les cas, une des mesures doit être prise à l'endroit où l'enveloppe est la plus mince.

Si la gaine porte un marquage en creux, celui-ci ne doit pas être inclus dans les mesures utilisées pour le calcul de l'épaisseur moyenne. En tout cas, l'épaisseur à l'endroit du marquage en creux doit répondre à la condition d'épaisseur minimale spécifiée dans la norme particulière au type de câble considéré.

Les lectures sont effectuées en millimètres à la deuxième décimale.

8.2.5 *Evaluation des résultats de mesure*

Les résultats doivent être évalués suivant les prescriptions de la norme particulière du câble considéré.

Dans le cas d'essais mécaniques, la valeur moyenne de l'épaisseur δ de chaque éprouvette (voir 9.2.4) doit être la moyenne de tous les résultats de mesure obtenus sur cette éprouvette.

8.3 *Mesures des dimensions extérieures*

8.3.1 *Généralités*

La mesure des dimensions extérieures sur l'enveloppe isolante des conducteurs ou sur la gaine peut être prescrite à titre d'essai individuel ou d'opération dans la procédure d'exécution d'autres essais.

On utilise généralement les méthodes de 8.3.2 ci-dessous, sauf dans le cas où un essai particulier prescrit l'emploi d'une méthode différente ou prévoit une variante.

Dans chaque cas, les échantillons sont prélevés conformément à la méthode indiquée dans la norme particulière au type de câble considéré.

d) In order to eliminate the influence of any irregularities on the outer surface, which may be due to the presence of a proofed tape or a ribbed sheath finish, the measurements shall be made as shown in figure 9.

e) In the case of sheathed flat cords, measurements shall be taken on lines approximately parallel to the minor axis and on the major axis of the cross-section, at the position of each core, one of the measurements being, however, made at the thinnest place, as shown in figure 10.

f) For sheathed flat cables composed of up to and including six single cores, measurement shall be taken as shown in figure 11:

- on both rounded off sides, along the major axis of the cross-section;
- on both flat sides, on the first and last core, and at the thinnest place (plus opposite sheath thickness) if this does not coincide with any of the other measurements.

For cables composed of more than six cores, the above applies but measurements shall also be taken on the middle core or on one of the two middle cores in case of an even number of cores.

In all cases, one of the measurements shall be taken where the sheath is thinnest.

If the sheath carries an indented marking, this shall not be included in the measurements made for the calculation of mean thickness. In any case, the thickness of the position of the indented marking shall comply with the minimum requirement specified in the relevant cable standard.

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

8.2.5 *Evaluation of the measurement results*

The results shall be evaluated as specified in the test requirements of the relevant cable standard.

In the case of mechanical tests, the mean value of the thickness, δ , of each test piece (see 9.2.4) shall be calculated from all measurement results obtained on that test piece.

8.3 *Measurement of overall dimensions*

8.3.1 *General*

The measurement of the dimensions over the insulation of cores or over the sheath may be required as individual tests or as steps in the procedure for carrying out other tests.

The methods in 8.3.2 below are for general use except where the procedure for a particular test specifies a different or alternative method.

In each case, the method of selecting samples shall be in accordance with the relevant cable standard.

8.3.2 Mode opératoire

a) Pour les câbles dont les dimensions extérieures ne dépassent pas 25 mm, les mesures doivent être faites au moyen d'un micromètre, d'un projecteur de profil ou d'un appareil équivalent, dans deux directions perpendiculaires.

Pour les mesures faites au cours des essais individuels, il est possible d'utiliser un micromètre à cadran ou un pied à coulisse, en limitant la pression.

b) Si le diamètre extérieur dépasse 25 mm, on doit mesurer la circonférence du câble avec un ruban de mesure et calculer le diamètre, ou utiliser une ceinture de mesure directement graduée en diamètres.

c) Pour les câbles plats, les mesures doivent être faites suivant le grand axe et le petit axe de leur section droite, en utilisant un micromètre, un projecteur de profil ou un appareil équivalent.

Sauf spécification contraire dans la norme particulière au type de câble considéré, les lectures doivent être faites avec deux décimales pour les dimensions égales ou inférieures à 25 mm; pour les dimensions supérieures à 25 mm on doit estimer la première décimale.

8.3.3 Evaluation des résultats de mesure

Les résultats doivent être évalués suivant les prescriptions de la norme particulière au type de câble considéré.

9 Détermination des propriétés mécaniques des mélanges pour enveloppes isolantes et gaines

9.1 Mélanges pour enveloppes isolantes

9.1.1 Généralités

Ces essais permettent la détermination de la résistance à la traction et de l'allongement à la rupture du matériau isolant (à l'exclusion des couches semi-conductrices éventuelles) du câble dans l'état de livraison (c'est-à-dire sans aucun vieillissement) et, lorsque cela est demandé, après un ou plusieurs traitements de vieillissement thermique accéléré, prescrits dans la spécification du câble correspondante.

Les méthodes de vieillissement dans l'étuve à air, dans la bombe à air et dans la bombe à oxygène sont données dans l'article 8 de la CEI 811-1-2.

Les éprouvettes destinées au vieillissement doivent être prélevées en position adjacente aux éprouvettes utilisées pour l'essai sans vieillissement, et les essais de traction sur les éprouvettes vieilles et non vieilles doivent être effectués immédiatement à la suite.

NOTE - Lorsqu'il est nécessaire d'accroître la fiabilité de l'essai, il est recommandé d'effectuer des essais sur les éprouvettes vieilles et sur les éprouvettes non vieilles dans le même laboratoire, sur le même appareillage et par le même personnel utilisant la même méthode d'essai.

9.1.2 Echantillonnage

Un échantillon de chaque conducteur ou de l'enveloppe de chaque conducteur en essai, d'une longueur suffisante, est prélevé. Chaque échantillon doit permettre le prélèvement de cinq éprouvettes non vieilles et de cinq éprouvettes pour chacun des vieillissements prescrits, en tenant compte qu'une longueur d'environ 100 mm est nécessaire pour la préparation de chaque éprouvette.

8.3.2 *Measuring procedure*

a) For cords and cables with overall dimensions not exceeding 25 mm, the measurements shall be made by means of a micrometer, a profile projector or similar apparatus, in two directions perpendicular to each other.

For measurements made in the course of routine tests, it is permissible to use a dial micrometer or a vernier calliper, care being taken to limit the pressure.

b) If the overall diameter exceeds 25 mm, the circumference of the cord or cable shall be measured by means of a measuring tape, and the diameter shall be calculated. Alternatively, a direct reading diameter tape can be used.

c) For flat cords and cables the measurements shall be made along the major and minor axes of the cross-section by means of a micrometer, a profile projector or similar apparatus.

Unless otherwise specified in the relevant cable standard, the readings shall be made to two decimal places of a millimetre for dimensions up to and including 25 mm, and to one estimated decimal place for dimensions exceeding 25 mm.

8.3.3 *Evaluation of the measurement results*

The results shall be evaluated as specified in the test requirements of the relevant standard.

9 **Tests for determining the mechanical properties of insulating and sheathing compounds**

9.1 *Insulating compounds*

9.1.1 *General*

These tests are to determine the tensile strength and elongation at break of the insulating material (exclusive of any semi-conducting layers) of the cable in the condition as manufactured (i.e. without any ageing treatment) and, when required, after one or more accelerated ageing treatment(s), which are prescribed in the relevant cable standard.

The methods for carrying out ageing in an air oven, in an air bomb and in an oxygen bomb are specified in clause 8 of IEC 811-1-2.

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

NOTE - Where further increased test reliability is necessary, it is recommended that the tests on aged and unaged test pieces are performed by the same person using the same testing method and the same apparatus, in the same laboratory.

9.1.2 *Sampling*

One sample of each core to be tested (or of the insulation from each core to be treated) 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, bearing in mind that a 100 mm length is needed for the preparation of each test piece.

Les conducteurs des câbles méplats ne doivent pas être séparés.

Pour ces essais, on ne doit utiliser aucun échantillon présentant des signes de détérioration mécanique.

9.1.3 Préparation et conditionnement des éprouvettes

a) *Éprouvettes en forme d'haltère*

Les éprouvettes en forme d'haltère doivent être utilisées chaque fois que cela est possible: les éprouvettes sont préparées à partir d'échantillons d'enveloppes isolantes, fendues en long pour les séparer de l'âme conductrice.

On enlève les couches semi-conductrices placées éventuellement à l'intérieur et/ou à l'extérieur de tronçons d'isolant, par un procédé mécanique, c'est-à-dire sans utiliser de solvant.

On coupe chaque échantillon d'enveloppe isolante en tronçons de longueur appropriée. Ceux-ci sont repérés pour identifier leur origine et leurs positions respectives dans l'échantillon original.

On coupe ou on meule l'enveloppe isolante, afin d'obtenir deux faces parallèles entre les traits de repère mentionnés ci-dessous, en prenant soin d'éviter un échauffement excessif. Un exemple de dispositif de coupe est donné à l'annexe A. Pour l'isolation en polyéthylène (PE) ou en polypropylène (PP), seule la coupe est utilisée, non le meulage. Après la coupe ou le meulage, l'épaisseur des éprouvettes ne doit pas être inférieure à 0,8 mm, ni supérieure à 2,0 mm. Si l'on ne peut obtenir une épaisseur de 0,8 mm à partir de l'échantillon original, une épaisseur minimale de 0,6 mm est autorisée.

On découpe une série d'éprouvettes plates en forme d'haltère, au moyen d'un poinçon (ou emporte-pièce) dont l'empreinte est conforme à la figure 12, ou, si possible, deux séries d'éprouvettes en forme d'haltère, placées côte à côte.

Pour améliorer la fiabilité, il est recommandé de suivre les indications suivantes:

- l'emporte-pièce doit être très affûté pour réduire les imperfections dans l'éprouvette;
- un papier ou un support épais doit être disposé entre la bande et la contre-plaque. Ce support doit être marqué, mais non complètement coupé par l'outil lorsque l'on découpe l'éprouvette;
- il faut éviter les bavures sur les côtés de l'éprouvette.

Dans le cas de matériaux pour lesquels la coupe entraîne des bavures, on peut utiliser la méthode ci-après:

- i) l'emporte-pièce utilisé comporte à chaque extrémité du talon de l'éprouvette une encoche d'environ 2,5 mm de large et 2,5 mm de haut (voir figure 14);
- ii) les éprouvettes ainsi découpées restent solidaires, à leurs deux extrémités, de la bande préalablement préparée suivant les instructions de 9.1.3 a) (voir figure 15);
- iii) à l'aide de la machine décrite à l'annexe A, une nouvelle passe de 0,10 mm à 0,15 mm d'épaisseur arase les bavures éventuelles résultant du découpage à l'emporte-pièce. Lorsque cette opération est terminée, les éprouvettes en forme d'haltère doivent être coupées à leurs extrémités pour être détachées de la bande.

The cores of flat cords shall not be separated.

Any sample that shows signs of mechanical damage shall not be used for the test.

9.1.3 Preparation and conditioning of test pieces

a) Dumb-bell test pieces

Dumb-bell test pieces shall be used whenever possible. They shall be prepared from samples of insulation removed from the conductor, cutting it open in the direction of the axis of the core.

Semi-conducting layers, if any, inside and/or outside the insulation, shall be removed mechanically, i.e. without using a solvent.

Each sample of insulation shall be cut into strips of an appropriate length. The strips shall be marked to identify the sample from which they are cut and their positions relative to each other in the original sample.

The strips of insulation shall be ground or cut, so as to obtain two parallel smooth surfaces between the reference marks mentioned below, care being taken to avoid undue heating. An example of a cutting machine is given in annex A. For polyethylene (PE) and polypropylene (PP) insulation, cutting only, not grinding, shall be employed. After grinding or cutting, the thickness of the strips shall be not less than 0,8 mm and not more than 2,0 mm. If a thickness 0,8 mm cannot be obtained from the original sample, a minimum thickness of 0,6 mm is permitted.

A dumb-bell test piece in accordance with figure 12, shall then be punched from each prepared strip of insulation, or if possible, two dumb-bell test pieces shall be punched side by side.

In order to improve the reliability of the results, the following is recommended:

- the punch shall be very sharp to minimize imperfections in the test piece;
- a cardboard or other suitable support shall be placed between the strip and the base plate. This support shall be marked during punching, but not completely cut through by the punch;
- burrs on the sides of the test piece shall be avoided.

For materials where punching results in burrs, the following method may be used:

- i) each end of the punch shall have a groove approximately 2,5 mm wide and 2,5 mm high (see figure 14);
- ii) the cut dumb-bell test pieces will remain attached at both ends with the strip previously prepared according to the requirements of 9.1.3 a) (see figure 15);
- iii) with the machine given in annex A, an additional 0,10 mm to 0,15 mm thickness can be cut away to remove possible burrs resulting from the dumb-bell punch. When this operation is completed, the dumb-bell test pieces shall be cut through at their ends in order to remove them from the strip.

Si le diamètre du conducteur isolé est trop petit pour permettre la découpe d'un haltère conforme à la figure 12, un haltère plus petit, conforme à la figure 13, doit être découpé dans chaque échantillon de l'enveloppe isolante.

On délimite la longueur centrale de 20 mm pour la plus grande éprouvette, ou de 10 mm pour la plus petite, par deux marques de référence sur chaque éprouvette, juste avant l'essai de traction.

Des éprouvettes en forme d'altère avec des extrémités incomplètes sont autorisées, pourvu que le point de rupture survienne entre les marques de référence.

b) *Éprouvettes tubulaires*

Les éprouvettes tubulaires ne doivent être utilisées que pour les conducteurs isolés dont le diamètre est trop petit pour qu'il soit possible de découper des éprouvettes convenables en forme d'altère.

Les échantillons de conducteurs isolés en morceaux d'environ 100 mm de long, on retire tous les revêtements et l'âme conductrice, en prenant soin de ne pas endommager l'enveloppe isolante. Les éprouvettes tubulaires sont repérées pour identifier leur origine et leurs positions respectives dans l'échantillon.

Il peut être plus facile de retirer l'âme conductrice en employant une ou plusieurs des méthodes suivantes:

- i) par allongement des âmes rigides;
- ii) par roulage soigneux de l'âme sous faible pression mécanique;
- iii) dans le cas d'âmes câblées ou souples, en retirant en premier un ou plusieurs des brins centraux.

Après extraction de l'âme, les séparateurs éventuels sont retirés. En cas de difficulté, les opérations suivantes peuvent être réalisées:

- immersion dans l'eau, dans le cas de séparateurs en papier;
- immersion dans l'alcool éthylique, dans le cas de séparateurs en polytéréphtalate d'éthylène glycol (ou polyéthylène téréphtalate);
- roulement de l'enveloppe sur une surface lisse.

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

Lors de l'essai de traction, la présence de morceaux de séparateurs restés à l'intérieur de l'éprouvette se constate par des irrégularités d'allongement.

Dans de tels cas, on ne doit pas tenir compte des résultats.

c) *Conditionnement des éprouvettes*

Avant l'essai de traction, toutes les éprouvettes doivent être protégées de la lumière directe du soleil, pendant au moins 3 h à une température de $(23 \pm 5) ^\circ\text{C}$, sauf pour les matériaux isolants thermoplastiques qui doivent être conservés à $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

En cas de doute, avant de réaliser les éprouvettes, les matériaux ou les bandes doivent être conditionnés pendant 24 h à $(70 \pm 2) ^\circ\text{C}$ si aucune autre température de conditionnement n'est indiquée dans la norme de câble concernée.

Cette température ne doit pas dépasser la température maximale de fonctionnement de l'âme conductrice. Ce processus de conditionnement doit être effectué avant la détermination des dimensions de l'éprouvette.

When the diameter of the core is too small to allow the dumb-bell in accordance with figure 12, to be used, then a smaller test piece in accordance with figure 13, shall be punched from each prepared strip.

The central 20 mm for the larger dumb-bells or 10 mm for the smaller dumb-bells shall be marked on each test piece, immediately before the tensile test.

Dumb-bell test pieces with incomplete ends are permitted, provided that the breaking point occurs between the reference marks.

b) *Tubular test pieces*

Tubular test pieces shall be used only when the core is of such dimensions that it is not possible to prepare dumb-bell 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.

Careful removal of the conductor can be facilitated by the use of one or more of the following operations:

- i) by elongation of the rigid conductors;
- ii) by careful rolling of the core under low mechanical force;
- iii) in the case of stranded or flexible conductors, by first removing one or more of the central strands or wires.

After removal of the conductor, the separators, if any, are removed. In case of difficulty, one of the following operations may be used:

- immersion in water, in the case of paper separators;
- immersion in ethyl alcohol, in the case of polyethylene terephthalate separators;
- rolling of the insulation on a smooth surface.

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

The presence of pieces of separator, remaining inside the test piece, can be observed during the tensile tests by formation of irregularities in the test piece during elongation.

In such cases, the result shall be rejected.

c) *Conditioning of test pieces*

Before the tensile test, all test pieces shall be protected from direct sunlight for at least 3 h at a temperature of $(23 \pm 5) ^\circ\text{C}$, except for thermoplastic insulating materials which shall be kept at $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

In case of doubt and before preparing the test pieces, materials or strips shall be conditioned for 24 h at $(70 \pm 2) ^\circ\text{C}$ if no other conditioning temperature is given in the relevant cable standard.

The temperature shall not exceed the maximum operating temperature of the conductor. This conditioning process shall be carried out before the determination of the test piece dimensions.

9.1.4 Détermination de la section de l'enveloppe isolante

a) Eprouvettes en forme d'haltère

La section de chaque éprouvette est le produit de la largeur commune prise pour le lot par l'épaisseur minimale trouvée pour chaque éprouvette; les valeurs des termes de ce produit sont déterminées comme suit:

Pour la largeur:

- la largeur commune est la largeur minimale de trois éprouvettes prélevées au hasard dans le lot;
- s'il y a doute sur la régularité de la largeur, celle-ci doit être mesurée en trois endroits sur la face supérieure et sur la face inférieure des trois éprouvettes. La moyenne des mesures faites sur la face supérieure et sur la face inférieure est calculée pour chaque endroit. La largeur commune est la valeur minimale des neuf valeurs moyennes déterminées sur les trois éprouvettes;
- en cas de contestation, la largeur est mesurée sur chaque éprouvette du lot.

Pour l'épaisseur:

- l'épaisseur de chaque éprouvette est la valeur minimale d'une série de trois mesures effectuées dans la zone utile de l'éprouvette.

Les mesures sont effectuées à l'aide d'un instrument optique ou d'un micromètre à touches, dont la pression de contact ne dépasse pas 0,07 N/mm².

L'instrument doit être capable de mesurer l'épaisseur avec une erreur ne dépassant pas 0,01 mm, et la largeur avec une erreur ne dépassant pas 0,04 mm.

En cas de contestation, lorsque cela est techniquement possible, on utilise un instrument optique. On peut également utiliser un micromètre à touches ayant une pression de contact maximale de 0,02 N/mm².

NOTE - Un micromètre avec une touche sphérique peut être utilisé si la partie utile de l'éprouvette haltère a conservé la courbure du matériau prélevé.

b) Eprouvette tubulaire

Au milieu de l'échantillon ayant servi aux prélèvements des éprouvettes, on prélève un morceau permettant de déterminer la section A des éprouvettes, en millimètres carrés, par l'une des méthodes suivantes. En cas de doute, on utilise la deuxième méthode b2).

b1) A partir des dimensions de la section, à l'aide de la formule:

$$A = \pi (D - \delta) \delta$$

où

δ est la valeur moyenne de l'épaisseur de l'isolation en millimètres, déterminée comme indiqué à l'article 8 et arrondie à deux décimales (voir 8.1.4, dernier alinéa);

D est la valeur moyenne du diamètre extérieur du conducteur isolé, en millimètres, déterminée comme indiqué dans la méthode d'essai b) de 8.3.2 et arrondie à deux décimales.

9.1.4 Determination of cross-sectional area

a) Dumb-bell test piece

The cross-sectional area of each test piece is the product of the common width and the measured individual minimum thickness which shall be determined as follows.

For the width:

- the common width is the minimum width of three, randomly selected test pieces;
- if there is doubt about the uniformity of the width, this shall be measured at three positions on the top and the bottom side of the three test pieces. The mean of the top and bottom side measurements shall be calculated for each position. The common width shall be the minimum of the nine mean values determined on the three test pieces;
- in the case of further doubt, the width is measured on each individual test piece.

For the thickness:

- the thickness of each test piece is the minimum of three thickness measurements carried out in the area to be stretched.

The measurements shall be carried out by an optical instrument or by a dial gauge giving a contact pressure not exceeding 0,07 N/mm².

The instrument shall be capable of measuring the thickness with an error of not more than 0,01 mm and the width with an error of not more than 0,04 mm.

In case of doubt, where technically possible, an optical instrument shall be used. Alternatively, a dial gauge with a maximum contact pressure of 0,02 N/mm² may be used.

NOTE - An appropriate curved foot of the dial gauge may be used if the central part of the dumb-bell is still curved.

b) Tubular test piece

At the middle of the sample being used to prepare the test pieces, a piece shall be taken to determine the cross-sectional area A , in square millimetres, of the test piece by one of the following methods. In case of doubt, the second method b2) shall be used.

b1) From the dimensions, using the formula:

$$A = \pi (D - \delta) \delta$$

where

δ is the mean value of the thickness of the insulation, in millimetres, determined as specified in clause 8 and rounded off to two decimal places (see 8.1.4, last paragraph);

D is the mean value of the outer diameter of the test piece, in millimetres, determined as specified in test method b) of 8.3.2 and rounded off to two decimal places.

b2) A partir de la masse volumique, de la masse et de la longueur, à l'aide de la formule:

$$A = \frac{1\,000\,m}{d \times l}$$

où

m est la masse de l'éprouvette, en grammes, avec trois décimales;

l est la longueur, en millimètres, avec une décimale;

d est la masse volumique, mesurée suivant l'article 8 de la CEI 811-1-3 sur un échantillon supplémentaire de la même enveloppe isolante (sans vieillissement), en grammes par centimètre cube, avec trois décimales.

b3) A partir du volume et de la longueur, le volume étant déterminé par immersion dans de l'alcool éthylique, à l'aide de la formule suivante:

$$A = \frac{V}{l}$$

où

V est le volume, en millimètres cubes, avec deux décimales;

l est la longueur, en millimètres, avec une décimale.

Il faut prendre soin d'éviter les bulles d'air dans l'éprouvette pendant l'immersion.

c) La section des éprouvettes qui doivent être soumises à un vieillissement doit être déterminée avant l'essai de vieillissement, sauf si l'isolant est vieilli en présence de l'âme.

9.1.5 *Traitement de vieillissement*

Chaque traitement de vieillissement prescrit doit être réalisé sur cinq éprouvettes (voir 9.1.2) conformément à l'article 8 de la CEI 811-1-2, dans les conditions spécifiées dans la norme particulière au type de câble considéré.

9.1.6 *Disponible*

9.1.7 *Mode opératoire de l'essai de traction*

a) *Température d'essai*

L'essai doit être effectué à la température de $(23 \pm 5) ^\circ\text{C}$. En cas de doute pour les enveloppes isolantes en matériaux thermoplastiques, $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

b) *Distance entre les mâchoires et vitesse d'écartement*

Les mâchoires de la machine de traction peuvent être du type autoserrant ou non autoserrant.

La longueur totale entre les mâchoires doit être voisine de:

34 mm pour les haltères représentés à la figure 13;

50 mm pour les haltères représentés à la figure 12;

50 mm pour les tubes essayés avec mâchoires autoserrantes;

85 mm pour les tubes essayés avec mâchoires non autoserrantes.

La vitesse d'écartement, sauf pour les enveloppes isolantes en PE et PP, doit être de (250 ± 50) mm/min et, en cas de doute, de (25 ± 5) mm/min.

b2) From the density, the mass and the length, using the formula:

$$A = \frac{1\,000\,m}{d \times l}$$

where

m is the mass of the test piece, in grams, to three decimal places;

l is the length, in millimetres, to one decimal place;

d is the density, measured in accordance with clause 8 of IEC 811-1-3 on an additional sample of the same insulation (without ageing) in grams per cubic centimetre, to three decimal places.

b3) From the volume and the length, the volume being determined by means of immersion in ethyl alcohol using the formula:

$$A = \frac{V}{l}$$

where

V is the volume, in cubic millimetres, to two decimal places;

l is the length, in millimetres, to one decimal place.

Care shall be taken to avoid air bubbles in the test piece during immersion.

c) For test pieces which are to be aged, the cross-sectional area shall be determined before ageing treatment, unless the insulation is to be aged in the presence of the conductor.

9.1.5 Ageing treatment

Each required ageing treatment shall be carried out on five test pieces (see 9.1.2) in accordance with clause 8 of IEC 811-1-2, under the conditions specified in the relevant cable standard.

9.1.6 Spare

9.1.7 Tensile testing procedure

a) Test temperature

The test shall be carried out at a temperature of $(23 \pm 5) ^\circ\text{C}$. In case of doubt for thermoplastic insulation, the test shall be carried out at $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

b) Distance between the grips and rate of separation

The grips of the tensile testing machine may be either of a self-tightening type or not.

The total length between the grips shall be about:

34 mm for dumb-bells as illustrated in figure 13;

50 mm for dumb-bells as illustrated in figure 12;

50 mm for tubes, if tested with self-tightening grips;

85 mm for tubes, if tested with non-self-tightening grips.

The rate of separation, except for PE and PP insulations, shall be (250 ± 50) mm/min and, in case of doubt, (25 ± 5) mm/min.

Pour le PE et PP, ou les enveloppes isolantes contenant ces matériaux, la vitesse d'écartement doit être de (25 ± 5) mm/min, mais, pour les essais de routine, des vitesses d'écartement jusqu'à (250 ± 50) mm/min sont autorisées.

c) Mesures

On doit mesurer et enregistrer pour chaque éprouvette la force maximale de traction ainsi que, au moment de la rupture, la distance entre les deux marques de référence.

On ne doit pas tenir compte des mauvais résultats obtenus sur des éprouvettes rompues à la suite d'une détérioration provoquée par les mâchoires; dans ce cas, il est nécessaire d'obtenir au moins quatre résultats valables pour calculer la résistance à la traction et l'allongement à la rupture; dans le cas contraire, l'essai est recommencé.

9.1.8 Expression des résultats

On calcule la résistance à la traction et l'allongement à la rupture conformément aux définitions données en 7.3 et 7.4 respectivement.

On détermine la valeur médiane des résultats obtenus.

9.2 Mélanges pour gaines

9.2.1 Généralités

Ces essais consistent à déterminer la résistance à la traction et l'allongement à la rupture des matériaux de gaines de câbles en l'état de livraison et, lorsque cela est spécifié, après un ou plusieurs traitements de vieillissement accéléré.

Lorsque le traitement de vieillissement est effectué sur des éprouvettes préparées (comme indiqué en 8.1.3 de la CEI 811-1-2 ou à l'article 10 de la CEI 811-2-1, ces éprouvettes sont prélevées près de celles qui ne subissent pas le vieillissement et les essais de traction sont effectués immédiatement à la suite sur les éprouvettes vieilles et non vieilles.

NOTE - Lorsqu'il est nécessaire d'accroître la fiabilité de l'essai, il est recommandé d'effectuer des essais sur les éprouvettes vieilles et sur les éprouvettes non vieilles dans le même laboratoire, sur le même appareillage et par le même personnel utilisant la même méthode d'essai.

9.2.2 Échantillonnage

Un échantillon du câble ou du conducteur en essai, ou de la gaine séparée du câble, d'une longueur suffisante, est prélevé. Chaque échantillon doit permettre le prélèvement d'au moins cinq éprouvettes non vieilles pour les essais de traction et du nombre requis d'éprouvettes pour chacun des essais de traction après vieillissement, prescrits pour le matériau de gainage dans la norme particulière au type de câble considéré, en tenant compte qu'une longueur d'environ 100 mm est nécessaire pour la préparation de chaque éprouvette.

Pour ces essais, on ne doit utiliser aucun échantillon présentant des signes de détérioration mécanique.

For PE and PP, or insulations containing these materials, the rate of separation shall be (25 ± 5) mm/min, but for routine tests, separation rates up to (250 ± 50) mm/min are permitted.

c) *Measurements*

The maximum tensile force during the test shall be measured and recorded, and the distance between the two reference marks at breaking point shall be measured on the same test piece.

An unsatisfactory result due to any test piece breaking due to damage in the grips shall be ignored. In this event, at least four valid results shall be obtained in order to calculate the tensile strength and elongation at break; otherwise the test shall be repeated.

9.1.8 *Expression of results*

Calculate the tensile strength and the elongation at break according to the definitions given in 7.3 and 7.4, respectively.

The median value of the results shall be determined.

9.2 *Sheathing compounds*

9.2.1 *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 8.1.3 of IEC 811-1-2 or with clause 10 of IEC 811-2-1), the test pieces for treatment shall be 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 in immediate succession.

NOTE - Where further increased reliability is necessary, it is recommended that the tests on aged and unaged test pieces are performed by the same person using the same testing method and the same apparatus, in the same laboratory.

9.2.2 *Sampling*

One sample of the cable or cord 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 standard for the type of cable in question, bearing in mind that about 100 mm is needed for the preparation of each test piece.

Any sample that shows signs of mechanical damage shall not be used for the tests.

9.2.3 Préparation et conditionnement des éprouvettes

Les éprouvettes sont préparées à partir d'échantillons de gaine, de la même manière que celle spécifiée en 9.1.3 pour l'isolation.

Pour la préparation des éprouvettes en forme d'haltère, on fend la gaine longitudinalement. Tous les autres constituants du câble sont retirés. Si la gaine présente des rainures ou des empreintes, on les élimine par coupe ou par meulage. Pour les gaines en PE, PP et matériaux associés, seule la coupe est autorisée.

NOTE - Pour les gaines en PE, l'épaisseur de l'éprouvette en forme d'haltère peut ne pas être ramenée à 2,0 mm, lorsque l'épaisseur totale de la gaine est plus importante, pourvu que l'éprouvette soit lisse sur les deux surfaces.

Dans la préparation des éprouvettes tubulaires, tous les constituants du câble se trouvant sous la gaine, y compris les conducteurs isolés, les bourrages et les revêtements intérieurs sont retirés.

Pour le conditionnement des éprouvettes, voir 9.1.3 c).

9.2.4 Détermination de la section

La section de chaque éprouvette doit être déterminée par la méthode décrite en 9.1.4 pour les enveloppes isolantes, avec les modifications suivantes pour les éprouvettes tubulaires:

- l'épaisseur et le diamètre de la gaine mesurés conformément à l'article 8, et plus précisément à 8.2.4 pour l'épaisseur et à 8.3.2 pour le diamètre, doivent être utilisés pour l'application de la méthode b1);
- la masse volumique est mesurée sur un échantillon supplémentaire de la même gaine dans le cas de la méthode b2).

NOTE - La méthode b2) n'est pas utilisable pour les matériaux multicouches.

9.2.5 Traitement de vieillissement

Chaque traitement de vieillissement requis doit être effectué sur cinq éprouvettes (voir 9.2.2) conformément à l'article de la CEI 811-1-2 et en accord avec les conditions spécifiées dans la norme particulière au type de câble considéré.

9.2.6 Disponible

9.2.7 Mode opératoire de l'essai de résistance à la traction

Conformément aux modalités de 9.1.7.

9.2.8 Expression des résultats

Conformément aux modalités de 9.1.8.

9.2.3 *Preparation and conditioning of test pieces*

Test pieces shall be prepared from the samples of sheath in the same way as specified for insulation in 9.1.3.

In the preparation of dumb-bell test pieces, a strip shall be cut from the sheath in the direction of the axis of the cables. All other cable components shall be removed from the strip. If the strip has ridges or imprints, these shall be removed by cutting or grinding. For PE and PP and related sheaths, only cutting is allowed.

NOTE - For PE sheaths, the thickness of the dumb-bell does not need to be reduced to 2,0 mm, when the full sheath thickness is greater, provided that the test pieces are smooth on both surfaces.

In the preparation of tubular test pieces, all the components of the cable inside the sheath, including cores, fillers and inner covering, shall be removed.

For conditioning of the test pieces, see 9.1.3 c).

9.2.4 *Determination of cross-sectional area*

The cross-sectional area of each test piece shall be determined by the same method as for the insulation specified in 9.1.4, with the following modifications for tubular test pieces:

- the thickness and diameter of the sheath, measured in accordance with clause 8 with particular reference to 8.2.4 for thickness, and 8.3.2 for diameter, shall be used in the method b1);
- the density shall be measured on an additional piece of the same sheath in the method b2).

NOTE - The b2) method should not be used for multi-layer materials.

9.2.5 *Ageing treatment*

Each required ageing treatment shall be carried out on five test pieces (see 9.2.2) in accordance with clause 8 of IEC 811-1-2, under the conditions specified in the standard for the particular type of cable.

9.2.6 *Spare*

9.2.7 *Tensile testing procedure*

In accordance with 9.1.7.

9.2.8 *Expression of results*

In accordance with 9.1.8.

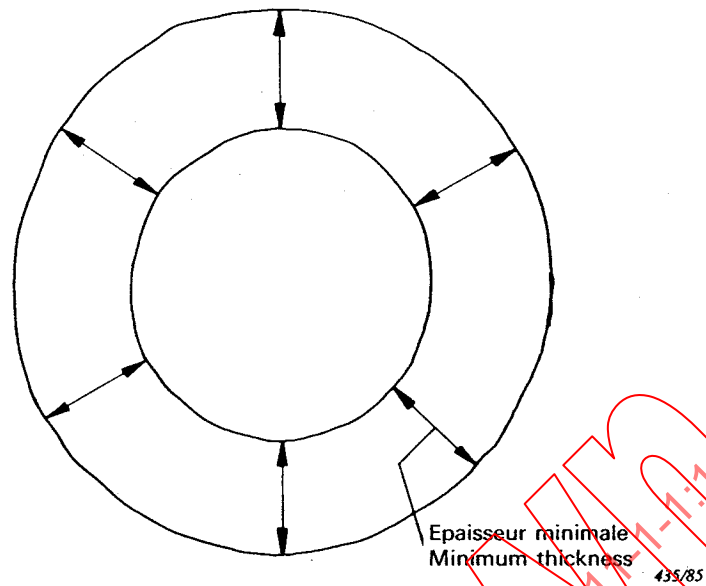


Figure 1 – Mesure de l'épaisseur d'une enveloppe isolante et d'une gaine
(profil intérieur circulaire)

Measurement of insulation or sheath thickness
(circular inner profile)

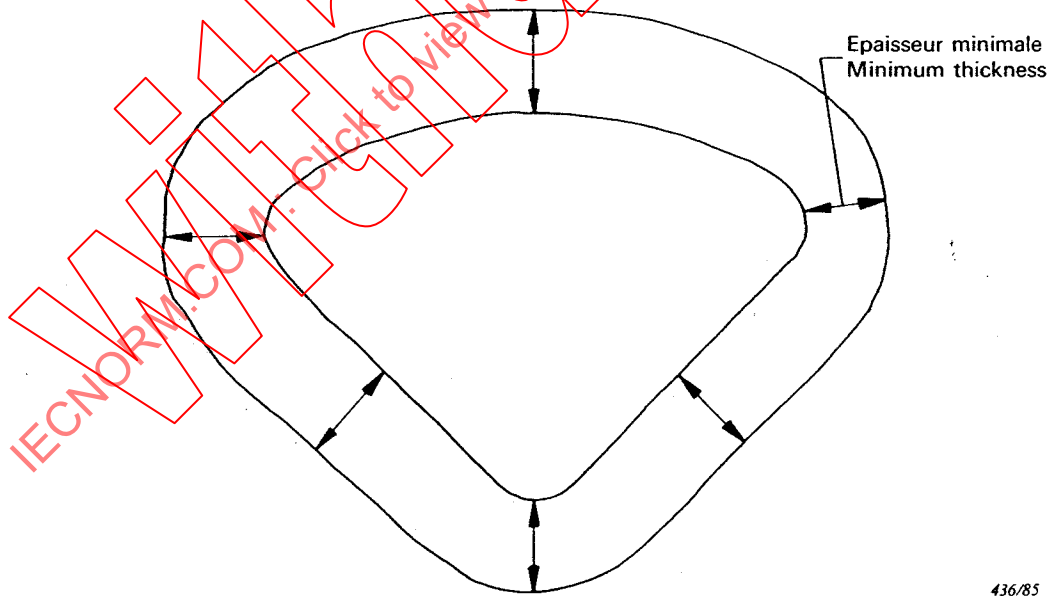


Figure 2 – Mesure de l'épaisseur d'une enveloppe isolante (âme sectorale)
Measurement of insulation thickness (sectoral-shaped conductor)

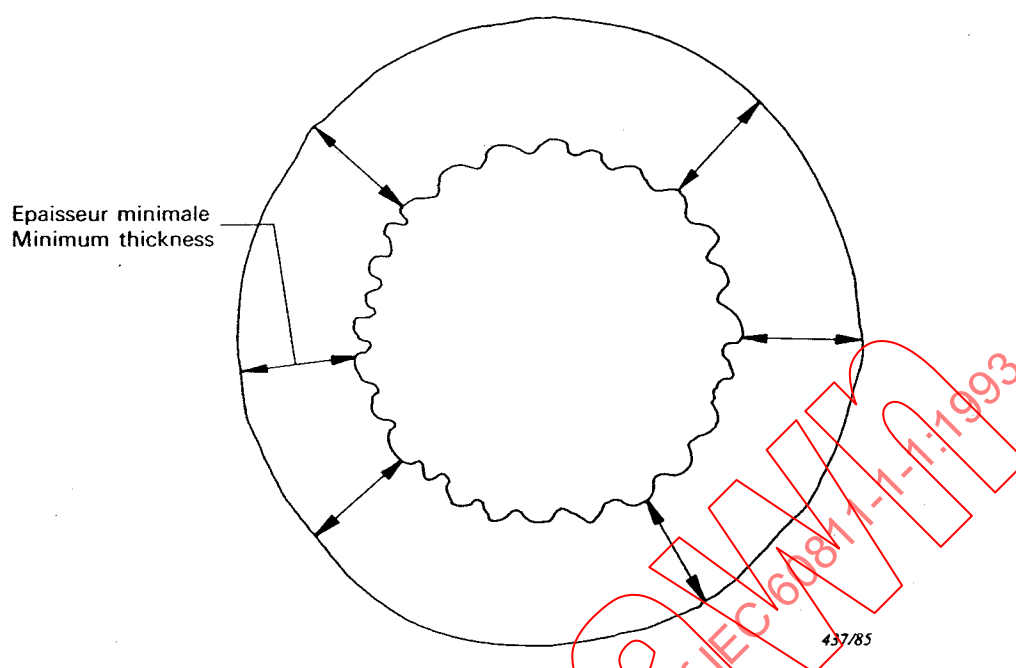


Figure 3 – Mesure de l'épaisseur d'une enveloppe isolante (âme câblée)
Measurement of insulation thickness (stranded conductor)

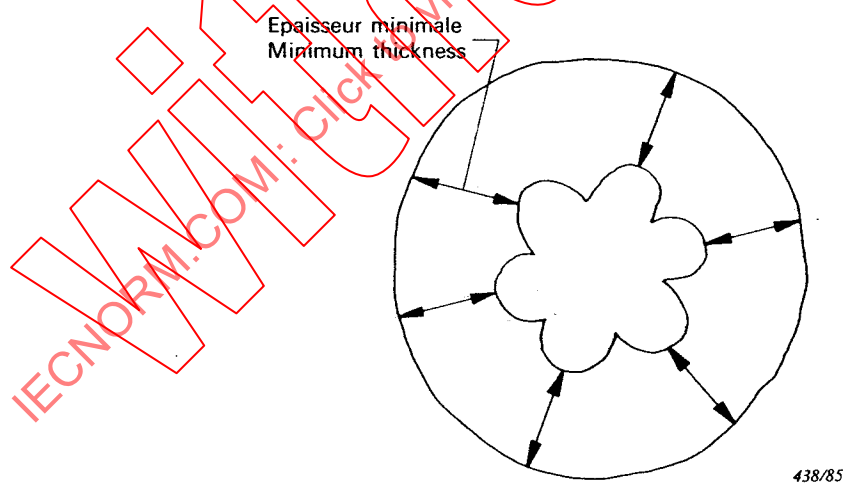


Figure 4 – Mesure de l'épaisseur d'une enveloppe isolante (âme câblée)
Measurement of insulation thickness (stranded conductor)

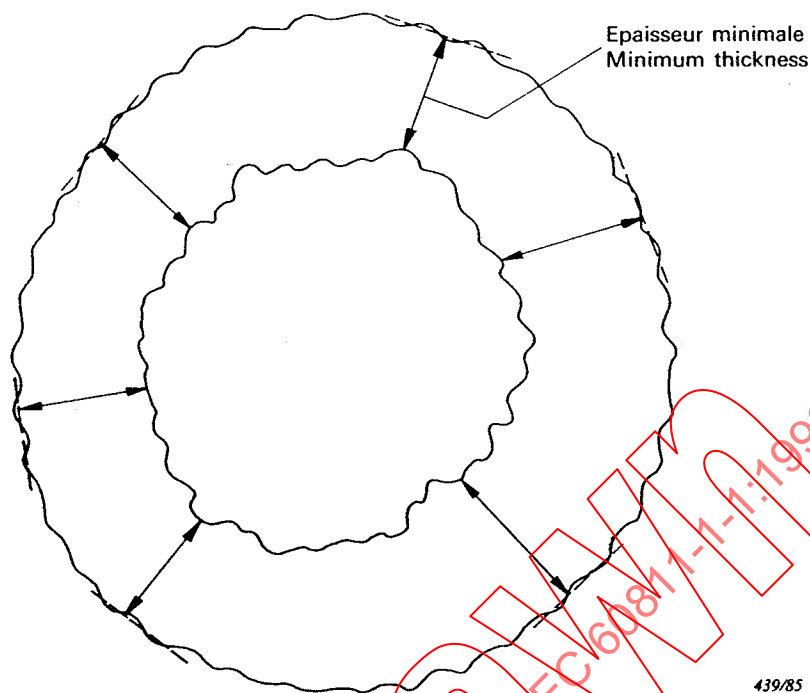


Figure 5 – Mesure de l'épaisseur d'une enveloppe isolante (surface extérieure irrégulière)
Measurement of insulation thickness (uneven outer profile)

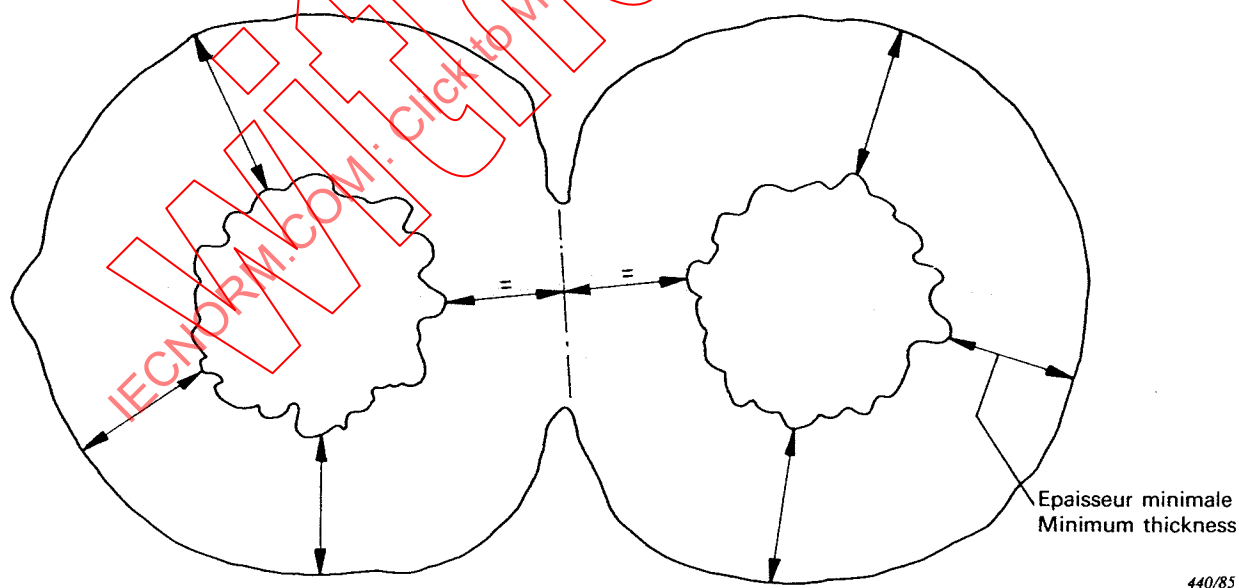


Figure 6 – Mesure de l'épaisseur des enveloppes isolantes (câble méplat sans gaine à deux conducteurs)
Measurement of insulation thickness (twin flat non-sheathed cord)

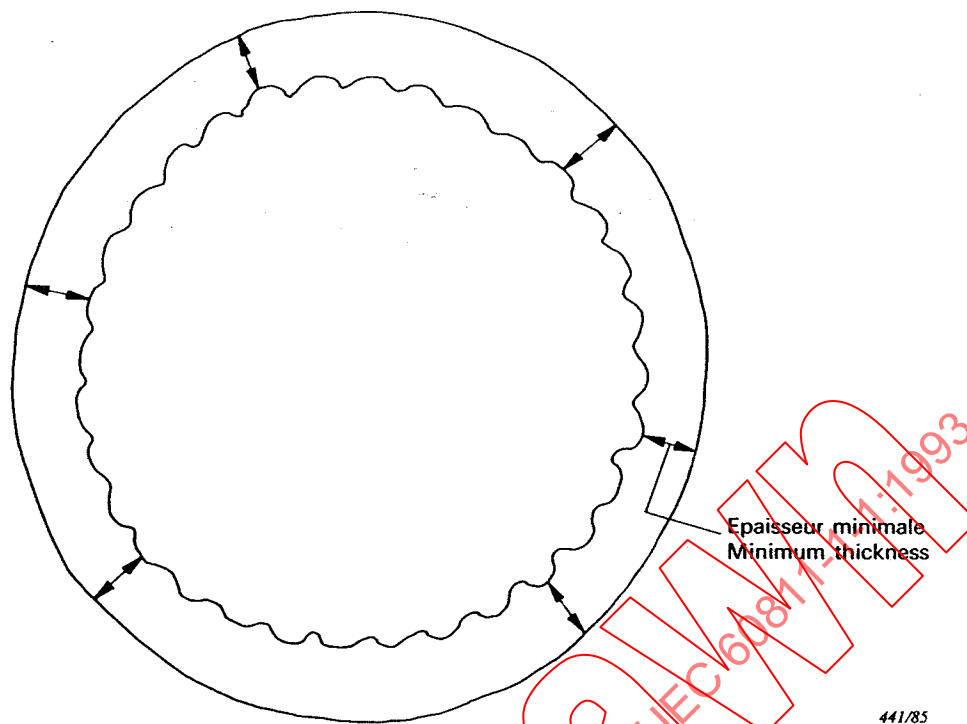


Figure 7 – Mesure de l'épaisseur d'une gaine (profil intérieur irrégulier)
Measurement of sheath thickness (irregular circular inner profile)

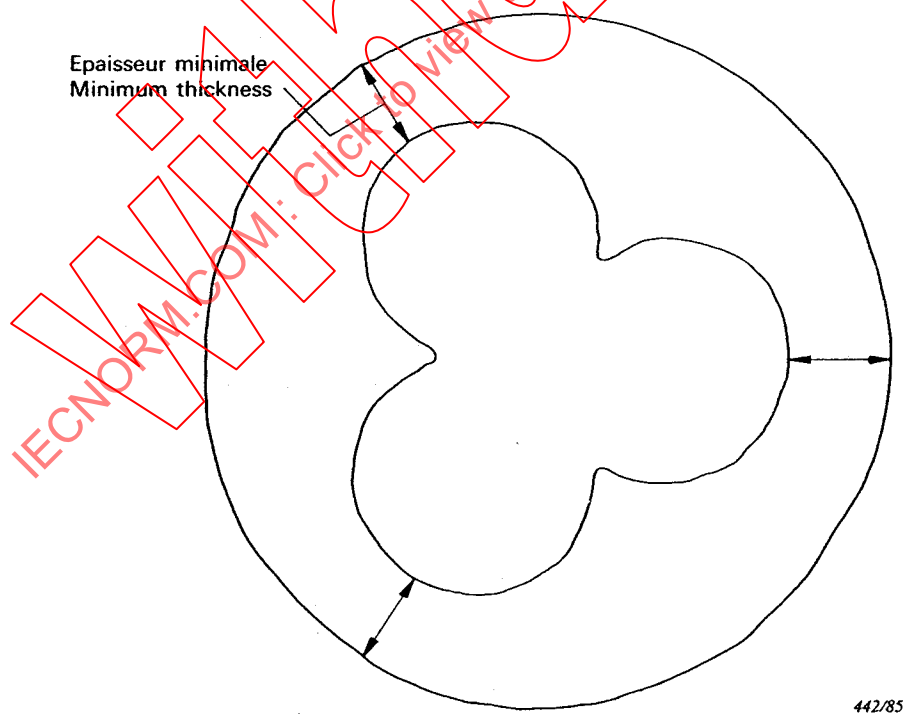


Figure 8 – Mesure de l'épaisseur d'une gaine (profil intérieur non circulaire)
Measurement of sheath thickness (non-circular inner profile)