

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
IEC STANDARD

Publication 540 A
1979

Premier complément à la Publication 540 (1976)

**Méthodes d'essais pour les enveloppes isolantes et les gaines
des câbles électriques rigides et souples
(mélanges élastomères et thermoplastiques)**

First supplement to Publication 540 (1976)

**Test methods for insulations and sheaths of electric cables and cords
(elastomeric and thermoplastic compounds)**



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe
Genève, Suisse

Révision de la présente publication

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

Les renseignements relatifs à ce travail de révision, à l'établissement des éditions révisées et aux mises à jour peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et en consultant les documents ci-dessous :

- **Bulletin de la CEI**
- **Rapport d'activité de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la Publication 50 de la CEI: Vocabulaire Electrotechnique International (V.E.I.), qui est établie sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini, l'Index général étant publié séparément. Des détails complets sur le V.E.I. peuvent être obtenus sur demande.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit repris du V.E.I., soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Symboles graphiques et littéraux

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

- la Publication 27 de la CEI: Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique ;
- la Publication 117 de la CEI: Symboles graphiques recommandés.

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit repris des Publications 27 ou 117 de la CEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Autres publications de la CEI établies par le même Comité d'Etudes

L'attention du lecteur est attirée sur la page 3 de la couverture, qui énumère les autres publications de la CEI préparées par le Comité d'Etudes qui a établi la présente publication.

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

- **IEC Bulletin**
- **Report on IEC Activities**
Published yearly
- **Catalogue of IEC Publications**
Published yearly

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC Publication 50: International Electrotechnical Vocabulary (I.E.V.), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field, the General Index being published as a separate booklet. Full details of the I.E.V. will be supplied on request.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the I.E.V. 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:

- IEC Publication 27: Letter symbols to be used in electrical technology ;
- IEC Publication 117: Recommended graphical symbols.

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC Publications 27 or 117, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Other IEC publications prepared by the same Technical Committee

The attention of readers is drawn to the inside of the back cover, which lists other IEC publications issued by the Technical Committee which has prepared the present publication.

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
IEC STANDARD

Publication 540 A
1979

Premier complément à la Publication 540 (1976)

**Méthodes d'essais pour les enveloppes isolantes et les gaines
des câbles électriques rigides et souples
(mélanges élastomères et thermoplastiques)**

First supplement to Publication 540 (1976)

**Test methods for insulations and sheaths of electric cables and cords
(elastomeric and thermoplastic compounds)**

Descripteurs: câbles isolés, sous gaines isolantes,
cordons souples, isolants, exigences,
essais.

Descriptors: insulated cables with insulating sheathing,
flexible cords, insulating materials, require-
ments, testing.



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 méca-
nique, 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

1, rue de Varembé
Genève, Suisse

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

Premier complément à la Publication 540 (1976)

**MÉTHODES D'ESSAIS POUR LES ENVELOPPES ISOLANTES
ET LES GAINES DES CÂBLES ÉLECTRIQUES RIGIDES ET SOUPLES
(MÉLANGES ÉLASTOMÈRES ET THERMOPLASTIQUES)**

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la C E I 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 C E I exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la C E I, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la C E I et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PRÉFACE

La présente norme a été établie par le Sous-Comité 20A: Câble de haute tension, du Comité d'Etudes N° 20: Câbles électriques.

Elle constitue le premier complément à la Publication 540 (1976).

Un projet fut discuté lors de la réunion tenue à Oslo en 1976. A la suite de cette réunion, un projet, document 20A(Bureau Central)61, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en juin 1977.

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication:

Afrique du Sud (République d')	Israël
Allemagne	Italie
Argentine	Japon
Australie	Pays-Bas
Autriche	Portugal
Belgique	Roumanie
Corée (République de)	Royaume-Uni
Danemark	Suède
Egypte	Suisse
Espagne	Turquie
Etats-Unis d'Amérique	Union des Républiques
Finlande	Socialistes Soviétiques
France	Yougoslavie

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

First supplement to Publication 540 (1976)
TEST METHODS FOR INSULATIONS AND SHEATHS
OF ELECTRIC CABLES AND CORDS
(ELASTOMERIC AND THERMOPLASTIC COMPOUNDS)

FOREWORD

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

PREFACE

This standard has been prepared by Sub-Committee 20A, High-voltage Cables, of IEC Technical Committee No. 20, Electric Cables.

It forms the first supplement to Publication 540 (1976).

A draft was discussed at the meeting held in Oslo in 1976. As a result of this meeting, a draft, Document 20A(Central Office)61, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in June 1977.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Argentina	Netherlands
Australia	Portugal
Austria	Romania
Belgium	South Africa (Republic of)
Denmark	Spain
Egypt	Sweden
Finland	Switzerland
France	Turkey
Germany	Union of Soviet
Israel	Socialist Republics
Italy	United Kingdom
Japan	United States of America
Korea (Republic of)	Yugoslavia

Premier complément à la Publication 540 (1976)
MÉTHODES D'ESSAIS POUR LES ENVELOPPES ISOLANTES
ET LES GAINES DES CÂBLES ÉLECTRIQUES RIGIDES ET SOUPLES
(MÉLANGES ÉLASTOMÈRES ET THERMOPLASTIQUES)

Page 66

11. Méthode de détermination de la masse volumique des mélanges élastomériques et thermoplastiques

Ajouter le paragraphe suivant :

11.2.6 Correction pour le polyéthylène (PE) chargé

Les antioxydants et les pigments colorés organiques qui sont habituellement utilisés en faibles quantités peuvent être négligés. Cependant, lorsque d'autres additifs, tels que des charges minérales, sont utilisés en quantité importante, une correction appropriée doit être apportée. Cela se fait en déterminant la nature et la quantité de l'additif par toute méthode chimique appropriée, puis en utilisant la formule :

$$\delta = \frac{m \times \delta_c \times \delta_F}{m_c \times \delta_F - m_F \times \delta_c}$$

où :

δ = masse volumique du PE (valeur corrigée)
 δ_c = masse volumique mesurée du mélange PE
 δ_F = masse volumique de l'additif (valeur mesurée)
 m = masse de PE polymère (différence entre m_c et m_F)
 m_c = masse du mélange PE (valeur mesurée)
 m_F = masse de la charge (valeur mesurée)

Pour les mélanges contenant du noir de carbone, la correction est faite à l'aide de la formule simplifiée :

$$\delta = \delta_c - 0,0045 \times c_B$$

où :

c_B = valeur numérique du pourcentage de noir de carbone

Page 96

Ajouter les nouveaux articles 17, 18, 19 et 20 suivants :

17. Stabilité thermique des enveloppes isolantes et des gaines en PVC

17.1 Appareillage

- a) Tubes en verre fermés à une extrémité (par exemple par fusion) de 110 mm de long avec un diamètre extérieur d'environ 5 mm et un diamètre intérieur de $4,0 \pm 0,5$ mm.

First supplement to Publication 540 (1976)
TEST METHODS FOR INSULATIONS AND SHEATHS
OF ELECTRIC CABLES AND CORDS
(ELASTOMERIC AND THERMOPLASTIC COMPOUNDS)

Page 67

11. Method for determining the density of elastomeric and thermoplastic compounds

Add the following sub-clause:

11.2.6 Correction for filled polyethylene (PE)

Antioxidants and organic coloured pigments which are normally used in negligible quantities may be neglected. However, where other additives such as mineral fillers are used in considerable quantities an appropriate correction shall be made. This shall be done by determining the nature and quantity of the additive by reputable chemical means using the formula:

$$\delta = \frac{m \times \delta_c \times \delta_F}{m_c \times \delta_F - m_F \times \delta_c}$$

where:

- δ = density of the PE (corrected value)
- δ_c = measured density of PE compound (measured value)
- δ_F = density of additive of filler (measured value)
- m = mass of PE polymer (difference of m_c and m_F)
- m_c = mass of PE compound (measured value)
- m_F = mass of filler (measured value)

For compounds containing carbon black the correction is made by means of the following simplified formula:

$$\delta = \delta_c - 0.0045 \times c_B$$

where:

- c_B = numerical value of the percentage of carbon black.

Page 97

Add the following new Clauses 17, 18, 19 and 20:

17. Thermal stability of PVC insulation and sheaths

17.1 Testing equipment

- a) Glass tubes closed at one end (e.g. by melting), 110 mm long with an outer diameter of approximately 5 mm and an inner diameter of 4.0 ± 0.5 mm.

- b) Un papier universel, indicateur de pH couvrant la gamme de pH de 1 à 10.
- c) Un appareil thermostatique pour maintenir la température à la valeur spécifiée dans la norme du type de câble considéré ou, à défaut d'indication dans celle-ci, à $200 \pm 0,5$ °C.
- d) Un thermomètre gradué avec une précision de 0,1 °C.
- e) Un chronomètre ou indicateur de temps convenable.

17.2 Mode opératoire

- a) Sur chaque enveloppe isolante ou gaine à essayer, on prélève trois échantillons pesant chacun 50 ± 5 mg, ayant autant que possible la forme d'une bande. Pour les épaisseurs faibles, l'échantillon peut être constitué par deux ou plusieurs bandes. Chaque échantillon est introduit dans le tube en verre défini au paragraphe 17.1a). L'échantillon doit être placé au fond du tube et ne doit pas dépasser de plus de 30 mm en hauteur.
- b) On introduit une bande de papier indicateur sec (voir le paragraphe 17.1b) d'environ 15 mm de long et de 3 mm de large dans la partie supérieure, ouverte, du tube en verre de façon qu'il reste environ 5 mm de bande hors du tube. Cette bande est pliée afin d'être maintenue en place.
- c) On place le tube de verre dans l'appareil thermostatique (voir le paragraphe 17.1c) qui a déjà atteint la température spécifiée. Le tube plonge dans l'appareil sur une hauteur de 60 mm.
- d) On mesure le temps pris par le papier universel indicateur pour passer d'un pH 5 à un pH 3 ou on continue l'essai pendant la durée prescrite si aucun changement de couleur n'intervient. On considère que le changement de coloration est atteint quand le rouge du papier universel, correspondant au pH 3, commence à devenir visible. Vers la fin escomptée du temps d'essai, le papier universel doit être renouvelé toutes les 5 à 10 min (surtout pendant les longues durées de stabilisation), de façon que le point de changement de couleur apparaisse plus clairement.

17.3 Prescription

La valeur moyenne des temps de stabilité thermique des trois échantillons ne doit pas être inférieure à la valeur spécifiée dans la norme du type de câble considéré.

18. Mesure dans le PE du taux de noir de carbone et/ou des charges minérales

18.1 Echantillonnage

On prélève un échantillon d'enveloppe isolante ou de gaine d'une masse suffisante à une extrémité du câble. On le coupe en morceaux dont les dimensions ne doivent pas dépasser 5 mm dans toutes les directions.

18.2 Mode opératoire

On chauffe au rouge une nacelle d'environ 75 mm de long, puis on la refroidit dans un dessiccateur pendant au moins 30 min et on la pèse à 0,0001 g près. Un échantillon de polyéthylène pesant $1,0 \pm 0,1$ g est placé dans la nacelle et le tout pesé à 0,0001 g près. La différence entre les deux pesées du creuset donne la masse du polyéthylène à 0,0001 g (quantité A) près.

- b) Universal indicating paper with a pH range of 1 to 10.
- c) Thermostatically controlled heating apparatus for a temperature specified in the standard for the type of cable, or, if the temperature is not specified in the cable standard, at 200 ± 0.5 °C.
- d) Thermometer calibrated in divisions of 0.1 °C.
- e) Stop-watch or a suitable time meter.

17.2 Testing method

- a) From the insulation of each core to be tested or from the sheath to be tested, three samples, each of 50 ± 5 mg, shall be taken in the form of strip, if possible. For small thicknesses the sample may consist of two or more strips. Each sample shall be inserted into a glass tube as specified in Sub-clause 17.1a). The sample shall occupy the bottom of the tube and not project more than 30 mm above the bottom.
- b) A strip of dry universal indicating paper as specified in Sub-clause 17.1b), about 15 mm long and 3 mm wide, shall be inserted into the open end (top) of the glass tube so that the strip protrudes about 5 mm out of the tube and can be bent to keep it in position.
- c) The glass tube shall be placed into the heating apparatus, as specified in Sub-clause 17.1c), which has already attained the test temperature specified. The glass tube shall be inserted into the heating apparatus for a depth of 60 mm.
- d) The time taken for the universal indicating paper to change colour from a pH value of 5 to a pH value of 3 shall be measured, or the test continued for the specified duration without the colour change occurring. The colour change point shall be considered to have been reached when the red colouring of the universal indicating paper characteristic of a pH value of 3 is just becoming visible. The universal indicating paper shall be renewed (especially for long duration stabilities) towards the end of the expected test time every 5 to 10 min, so that the change point is better visible.

17.3 Evaluation

The average value of the thermal stability times of the three samples shall not be lower than the value specified in the standard for the type of cable.

18. Carbon black and/or mineral filler content measurement in PE

18.1 Sampling

A sample of the insulation or sheath of sufficient weight shall be taken from one end of the cable. The sample shall be cut in pieces, the dimensions of which shall not exceed 5 mm in any direction.

18.2 Test procedure

A combustion boat about 75 mm long shall be heated until it is red hot, allowed to cool in the desiccator for at least 30 min and weighed to the nearest 0.0001 g. A sample of polyethylene weighing 1.0 ± 0.1 g shall be placed in the boat and the whole weighed to the nearest 0.0001 g. The weight of the boat shall be subtracted to give the weight of the polyethylene to the nearest 0.0001 g (quantity A).

La nacelle et l'échantillon sont ensuite placés au milieu d'un tube à combustion en verre trempé, en silice ou en porcelaine, de diamètre intérieur d'environ 30 mm et de longueur 400 ± 50 mm. Un bouchon portant un thermomètre pour des mesures entre 300 °C et 550 °C et un tube pour admission d'azote sont alors introduits dans une extrémité du tube à combustion de façon que l'extrémité du thermomètre touche la nacelle. L'azote, qui doit contenir moins de 0,5 % d'oxygène, circule dans le tube à combustion avec un débit de $1,7 \pm 0,3$ l/min qui est maintenu durant le chauffage.

Note. — En cas de doute le pourcentage d'oxygène est limité à 0,01 %.

Le tube de combustion est placé dans un four et sa sortie est reliée à deux pièges froids en série contenant du trichloréthylène, le premier étant refroidi au bioxyde de carbone. La sortie du deuxième piège doit être placée dans un conduit de fumée ou à l'atmosphère extérieure. En variante, il est admis de placer la sortie du tube de combustion directement à l'extérieur.

Le four est ensuite chauffé de façon que la température soit comprise entre 300 °C et 350 °C après environ 10 min, environ 450 °C 10 min plus tard et $500 \pm 5\text{ °C}$ après dix autres minutes. La température est ensuite maintenue pendant 10 min après lesquelles le tube de sortie est séparé des pièges, s'il en existe. Le tube de combustion, extrait du four, est refroidi pendant 5 min sous le courant d'azote ayant le même débit qu'auparavant.

La nacelle est ensuite extraite du côté de l'arrivée d'azote, refroidie pendant 20 min à 30 min dans un dessiccateur et repesée. La masse du résidu est déterminée à 0,0001 g près (quantité *B* du résidu).

Ensuite, la nacelle est introduite de nouveau dans le tube de combustion et à la place de l'azote on fait passer de l'air ou de l'oxygène avec un débit adapté à une température $500 \pm 20\text{ °C}$. Le noir de carbone doit ainsi brûler. Après son refroidissement, la nacelle est récupérée et pesée de nouveau, la masse du résidu étant déterminée à 0,0001 g près (quantité *C* du résidu).

18.3 Expression des résultats

$$\text{Pourcentage de noir de carbone} = \frac{B - C}{A} \cdot 100\%.$$

$$\text{Charge minérale} = \frac{C}{A} \cdot 100\%.$$

$$\text{Charge} = \frac{B}{A} \cdot 100\%.$$

19. Absorption d'eau

19.1 Méthode électrique

Note. — Cette méthode ne concerne que les enveloppes isolantes en polychlorure de vinyle des câbles 0,6/1 kV.

19.1.1 Appareillage d'essai

- Sources électriques en courant continu et en courant alternatif.
- Voltmètre.
- Bac à eau avec un dispositif de chauffage.

The boat and the sample shall then be placed in the middle of a hard glass, silica or porcelain combustion tube, bore approximately 30 mm, length 400 ± 50 mm. A stopper carrying a thermometer for temperature measurements from $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $550\text{ }^{\circ}\text{C}$ and a tube for the admission of nitrogen shall then be inserted into one end of the combustion tube so that the end of the thermometer touches the boat. Nitrogen with an oxygen content of less than 0.5% shall be passed through the combustion tube at 1.7 ± 0.3 l/min and this rate of flow shall be maintained during the subsequent heating.

Note. — In the case of doubt, the oxygen content of the nitrogen shall be limited to 0.01 %.

The combustion tube shall be placed in a furnace and its outlet connected to two cold traps in series, both containing trichlorethylene and the first being cooled with solid carbon dioxide. The outlet tube from the second trap shall lead to a fume hood or the outside atmosphere. Alternatively, it is permissible for the outlet from the combustion tube to lead directly to the outside atmosphere.

The furnace shall then be heated so that the temperature is between 300 and $350\text{ }^{\circ}\text{C}$ after about 10 min, about $450\text{ }^{\circ}\text{C}$ after 10 min further, and $500 \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ after a third period of 10 min. This temperature shall then be maintained for 10 min at the end of which the outlet tube shall be disconnected from the cold traps, if these are used, and the tube containing the boat withdrawn from the furnace and allowed to cool for 5 min, the flow of nitrogen being maintained at the same rate as before.

The boat shall then be removed from the combustion tube through the nitrogen inlet end, allowed to cool in the desiccator for 20 min to 30 min and reweighed, the weight of the residue being determined to the nearest 0.0001 g (quantity *B* of residue).

Subsequently, the boat shall be introduced again into the combustion tube; instead of nitrogen, air or oxygen shall be blown through the tube at an adequate flow rate at a temperature of $500 \pm 20\text{ }^{\circ}\text{C}$, and the remaining carbon black shall be burnt. After it has cooled in the test assembly, the boat shall be removed and weighed again, the mass of the residue being determined to the nearest 0.0001 g (quantity *C* of residue).

18.3 Expression of results

$$\text{Carbon black content} = \frac{B - C}{A} \cdot 100\%$$

$$\text{Mineral filler content} = \frac{C}{A} \cdot 100\%$$

$$\text{Filler content} = \frac{B}{A} \cdot 100\%$$

19. Water absorption tests

19.1 Electrical test

Note. — This test is for PVC insulation of 0.6/1 kV cable only.

19.1.1 Test equipment

- A.C. and d.c. voltage sources.
- Voltmeter.
- Water-bath with heating equipment.

19.1.2 Préparation de l'éprouvette

Les conducteurs à essayer sont prélevés à partir d'un échantillon de câble d'environ 3 m de long, en prenant toutes les précautions nécessaires pour ne pas endommager l'isolation.

19.1.3 Méthode d'essai

a) Essai préliminaire : Les conducteurs sont immergés dans le bac à eau, dans lequel l'eau a été chauffée à la température spécifiée dans la norme du type de câble considéré.

On laisse les extrémités de chaque conducteur émerger suffisamment au-dessus du niveau de l'eau pour éviter tout dommage dû au courant de fuite le long du conducteur, lorsqu'on applique la tension entre l'âme conductrice et l'eau.

Après une immersion d'une heure, on applique, pendant 5 min, une tension alternative de 4 kV entre les âmes conductrices et l'eau. Si un échantillon de conducteur claque, il est enlevé et ne peut être utilisé pour l'essai spécifié au point *b)* ci-dessous. On ne répète pas l'essai plus de deux fois cependant, en prenant un autre échantillon prélevé sur le même conducteur, qui doit être soumis à l'essai préliminaire.

L'objet de cet essai préliminaire est de s'assurer qu'aucun conducteur endommagé n'est utilisé pour l'essai principal.

b) Essai principal : Les échantillons ayant satisfait à l'essai préliminaire sont laissés dans le bac à eau, toujours maintenu à la température spécifiée dans la norme du type de câble considéré.

On applique une tension continue dont la valeur est spécifiée dans le tableau ci-dessous, entre les âmes conductrices et l'eau pendant la durée spécifiée dans la norme du type de câble considéré, le pôle négatif étant relié à l'âme de chaque échantillon.

Épaisseur e de l'isolation spécifiée Valeur moyenne (mm)	Tension continue (V)
0,8 et 0,9	800
1,0 et 1,2	1 000
$1,2 < e \leq 1,6$	1 400
$1,6 < e \leq 2,0$	2 000
$2,0 < e$	2 500

19.1.4 Prescription

Aucun claquage ne doit intervenir.

19.2 Méthode pondérale pour l'absorption d'eau

19.2.1 Préparation des éprouvettes

a) Épaisseur nominale d'isolation égale ou supérieure à 0,7 mm et inférieure à 1,4 mm.

Chaque éprouvette est constituée d'une bande d'environ 4 mm de large et de 80 mm à 100 mm de long, coupée longitudinalement dans l'enveloppe isolante.

b) Épaisseur nominale d'isolation supérieure ou égale à 1,4 mm.

Des tranches de 1,2 mm à 1,5 mm d'épaisseur sont obtenues par coupe ou par meulage de l'isolant. Les surfaces doivent être approximativement parallèles et lisses.

19.1.2 Preparation of test pieces

The cores to be tested shall be removed from a sample of cable approximately 3 m long. Care shall be taken to avoid damage to the insulation during removal of the cores.

19.1.3 Test procedure

a) Pre-test: The cores shall be immersed in a water-bath in which the water has been heated to the temperature specified in the standard for the type of cable.

The ends of the cores shall protrude sufficiently above the water level to prevent damage due to leakage current along the surface of the cores when the required voltage is applied between the conductors and the water.

After the cores have been immersed in the water for one hour, an a.c. voltage of 4 kV shall be applied between the conductors and the water for 5 min. If any sample of core breaks down it shall be removed from the water-bath and not used in the main test specified in Item *b)* below. The test shall be repeated, however, not more than twice, by taking another sample of the same core, which shall be subjected to the same pre-test.

The object of the pre-test is to ensure that only undamaged cores are used for the main test.

b) Main test: Cores which are satisfactory on the pre-test shall remain in the water-bath with the water still maintained at the temperature specified in the relevant standard.

A d.c. voltage in accordance with the table below shall be applied between the conductors and the water for the time specified in the standard for the type of cable, the negative pole being connected to the conductor of each test piece.

Thickness of insulation specified mean value (mm)	D.C. voltage (V)
0.8 and 0.9	800
1.0 and 1.2	1 000
Over 1.2 up to and including 1.6	1 400
Over 1.6 up to and including 2.0	2 000
Over 2.0	2 500

19.1.4 Requirement

No breakdown shall occur.

19.2 Gravimetric water absorption test

19.2.1 Preparation of test pieces

a) Nominal insulation thickness equal to or greater than 0.7 mm and less than 1.4 mm:

Each test piece shall be a strip about 4 mm wide and 80 mm to 100 mm long cut longitudinally in the insulation.

b) Nominal insulation thickness 1.4 mm and above.

Slices of 1.2 mm to 1.5 mm thickness shall be ground or cut in the insulation with surfaces approximately parallel and free from roughness.

Des bandes de 80 mm à 100 mm de long et de 4 mm à 5 mm de large sont ensuite découpées dans les tranches.

c) Deux éprouvettes de chacun des conducteurs à essayer sont préparées.

19.2.2 Mode opératoire

Les éprouvettes, dont les surfaces ont été soigneusement nettoyées, sont chauffées à $70 \pm 2^\circ\text{C}$ sous vide (pression résiduelle voisine de 1 mbar) pendant 72 h. Des matériaux nettement différents ne sont pas traités en même temps dans l'étuve ou dans la cellule.

Après ce traitement, les bandes sont refroidies dans un dessiccateur et pesées à 0,1 mg près (masse M_1).

Les éprouvettes sont ensuite immergées dans de l'eau permutée et distillée à la température et durant le temps spécifiés dans la norme pour le type de câble considéré. Chaque éprouvette est complètement immergée dans un tube en verre qui comporte un condenseur, ou dans un cristalliseur muni d'un couvercle en verre. Si un condenseur est utilisé, sa partie supérieure est couverte avec une feuille d'aluminium pour éviter toute contamination.

Après le temps prévu dans la norme, ou à défaut après 14 jours, les éprouvettes sont transportées dans de l'eau permutée à la température ambiante, et refroidies. Puis chaque éprouvette est sortie de l'eau, secouée pour enlever les gouttes d'eau, séchée avec un papier filtre spécial sans peluche et pesée à 0,1 mg près (masse M_2).

19.2.3 Expression des résultats

La variation de masse en milligrammes par centimètre carré est calculée par application de la formule $(M_2 - M_1)/A$ où M_1 et M_2 sont les masses en milligrammes mesurées au paragraphe 19.2.2 et A est la surface totale de l'éprouvette immergée en centimètres carrés.

La valeur moyenne de la variation de masse des deux éprouvettes est considérée comme la valeur pour le conducteur en essai.

20. Essai de rétraction

20.1 Echantillonnage

Un échantillon d'environ 0,3 m de long de chaque conducteur à essayer est prélevé à au moins 0,5 m de l'extrémité du câble.

20.2 Préparation des éprouvettes

Tous les revêtements du conducteur isolé, à l'exception des écrans semi-conducteurs extrudés adhérents, lorsqu'il en existe, sont enlevés sans délai.

Cinq minutes au maximum après avoir coupé les échantillons, on repère sur le milieu de chaque tronçon de conducteur, une longueur de 200 ± 5 mm. La distance entre les traits est mesurée avec une précision de 0,5 mm. On prépare les éprouvettes en coupant et en enlevant l'isolant des deux côtés de chaque échantillon de 2 mm à 5 mm au-delà des traits.

Strips 80 mm to 100 mm long and 4 mm to 5 mm wide shall be punched out of the slices.

c) Two test pieces shall be prepared from each core to be tested.

19.2.2 *Testing procedure*

The test pieces, with thoroughly cleaned surfaces, shall be heated at $70 \pm 2^\circ\text{C}$ under vacuum (residual pressure close to 1 mbar) for 72 h. Materials of substantially different compositions shall not be treated in the same cell or oven at the same time.

After this treatment, the strips shall be cooled in a desiccator and weighed to the nearest 0.1 mg (mass M_1).

The test pieces shall then be immersed in deionized and distilled water at the temperature and for the time specified in the standard for the type of cable. Each test piece shall be completely immersed in a separate glass tube equipped with a condenser, or in a beaker covered with a glass lid. If a condenser is used, its upper part shall be covered with aluminium foil to prevent any contamination.

After the time specified in the standard for the type of cable, or, if the time is not specified in the cable standard, after 14 days the test pieces shall be transferred into deionized water at room temperature and kept there to cool. Then each test piece shall be removed from the water, shaken to detach any adherent drops, dried with special filter paper leaving no fibres, and weighed to the nearest 0.1 mg (mass M_2).

19.2.3 *Expression of results*

The mass variation in milligrams per square centimetre shall be calculated from the formula $(M_2 - M_1)/A$ where M_1 and M_2 are the masses in milligrams, as measured in Sub-clause 19.2.2, of the test piece after treatment under vacuum and after immersion in water respectively, and A is the total surface area of the immersed test piece in square centimetres.

The mean value of the mass variation of the two test pieces shall be recorded as the value for the core.

20. **Shrinkage test**

20.1 *Sampling*

One sample about 0.5 m in length of each core to be tested shall be taken at least 0.5 m away from the end of the cable length.

20.2 *Preparation of test pieces*

All coverings, except adherent semi-conducting screens, shall be removed from the samples of insulated conductor without delay.

Within an interval of not more than 5 min from the time of cutting the samples, a test length of 200 ± 5 mm shall be marked on the middle part of each piece of core. The distance between the marks shall be measured to an accuracy of 0.5 mm. Each test piece shall then be prepared by cutting and removing the insulation from both ends of each sample up to positions 2 mm to 5 mm away from the marks.

20.3 Mode opératoire

Les éprouvettes sont placées horizontalement dans une étuve à air, supportées par leurs extrémités dénudées ou posées sur un bain de talc, pour permettre les libres mouvements de l'isolant. Elles sont chauffées à la température et pendant la durée spécifiées dans la norme du type de câble considéré.

Après avoir laissé l'éprouvette refroidir à la température ambiante, on mesure la distance entre les traits de repère sur l'isolant, à 0,5 mm près. L'écart entre les distances mesurées avant traitement de chauffage et après le refroidissement consécutif au traitement de chauffage est exprimé en pourcent de la distance mesurée avant le traitement de chauffage.

Notes 1. — Aucune méthode d'essai n'est disponible concernant la mesure du taux de réticulation.

2. — La méthode d'essai concernant l'essai de déchirement pour les gaines élastomériques est à l'étude.