

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC**

**60811-1-2**

1985

AMENDEMENT 2  
AMENDMENT 2  
2000-07

---

---

**Amendement 2**

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

**Partie 1-2:  
Méthodes d'application générale –  
Méthodes de vieillissement thermique**

**Amendment 2**

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

**Part 1-2:  
Methods for general application –  
Thermal ageing methods**

© IEC 2000 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

International Electrotechnical Commission

Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembe Geneva, Switzerland

e-mail: inmail@iec.ch

IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX  
PRICE CODE

**F**

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

## AVANT-PROPOS

Le présent amendement a été établi par le comité d'études 20 de la CEI: Câbles électriques.

Le texte de cet amendement est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
20/397/FDIS	20/410/RVD

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

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de ses amendements ne sera pas modifié avant 2006. A cette date, la publication sera

- reconduite;
- supprimée;
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

Page de couverture, page de titre, page 4 et page 6

*Modifier le titre principal comme suit:*

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

Page 6

### 1 Domaine d'application

*Ajouter le texte suivant à la fin du premier alinéa:*

...., et pour les applications offshore.

Page 8

#### 8.1.2 Appareil

*Supprimer le dernier alinéa et le remplacer par le texte suivant:*

Sauf spécification contraire dans la norme particulière au type de câble, un ventilateur tournant est autorisé à l'intérieur de l'étuve lors de l'essai des mélanges caoutchouc. Pour tous les autres mélanges, on ne doit pas utiliser de ventilateur à l'intérieur de l'étuve, et en cas de contestation, les mélanges caoutchouc doivent également être essayés dans une étuve conçue pour fonctionner sans ventilateur tournant à l'intérieur.

## OREWORD

This amendment has been prepared by IEC technical committee 20: Electric cables.

The text of this amendment is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
20/397/FDIS	20/410/RVD

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

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendments will remain unchanged until 2006. At this date, the publication will be

- reconfirmed;
- withdrawn;
- replaced by a revised edition, or
- amended.

---

Cover page, title page, page 5 and page 7

*Amend the main title to read:*

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

Page 7

## 1 Scope

*Add, to the end of the first paragraph, the following text:*

..., and in offshore applications.

Page 9

### 8.1.2 Equipment

*Delete the text of the final paragraph and insert the following new text:*

Unless otherwise specified in the relevant cable specification a rotating fan inside the oven is allowed when testing rubber compounds. For all other compounds a fan shall not be used inside the oven, and in cases of dispute rubber compounds shall also be tested in an oven which is designed to operate without a fan rotating inside it.

Page 4 (Amendement 1)

**8.1.3.1 Vieillissement des éprouvettes préparées, constituées de matériau isolant sans âme et de matériau de gainage**

*Supprimer le cinquième alinéa et le remplacer par le texte suivant:*

Des échantillons de compositions chimiques nettement différentes ne doivent pas être essayés en même temps dans la même étuve.

**8.1.3.2 Vieillissement des éprouvettes de conducteur isolé préparées avec âme d'origine**

*Remplacer le texte du paragraphe existant par le nouveau paragraphe suivant:*

- a) Si, après le vieillissement, l'âme et le séparateur éventuel peuvent être enlevés sans endommager l'isolant, on doit procéder comme suit: les éprouvettes de conducteur isolé, de longueur suffisante, doivent être prélevées, de préférence, au voisinage immédiat de celles prélevées en vue des essais de traction sans vieillissement, conformément à 9.1.3 de la CEI 60811-1-1. Elles doivent être soumises au vieillissement décrit en 8.1.3.1, après quoi l'âme doit être retirée et la section des éprouvettes doit être déterminée conformément à 9.1.4 b) de la CEI 60811-1-1. L'essai de traction doit ensuite être effectué conformément à 9.1.7 de la CEI 60811-1-1.
- b) S'il n'est pas possible, après la procédure de vieillissement, d'enlever l'âme ou le séparateur éventuel sans endommager l'isolant, les procédures appropriées de préparation et d'essai doivent être suivies comme indiqué dans le tableau 1.

Page 5 (Amendment 1)

**8.1.3.1 Ageing of prepared test pieces of insulating material without conductor and of sheathing material**

*Delete the text of the fifth paragraph and insert the following new text:*

Compounds of obviously different compositions shall not be tested at the same time in the same oven.

**8.1.3.2 Ageing of prepared test pieces of cores with original conductor**

*Replace the text of this subclause by the following new text:*

- a) If, after ageing, the conductor and the separator, if any, can be removed without damaging the insulation, the procedure shall be as follows: samples of core, cut into pieces which are sufficiently long, shall be taken, preferably from positions close to that from which the samples for the tensile tests without ageing are taken in accordance with 9.1.3 of IEC 60811-1-1. They shall then be aged as described in 8.1.3.1, after which the conductor shall be removed and the cross-sectional area of the test pieces shall be determined according to 9.1.4 b) of IEC 60811-1-1. The tensile test shall then be carried out in accordance with 9.1.7 of IEC 60811-1-1.
- b) If it is not possible to remove the conductor or the separator, if any, after the ageing procedure without damaging the insulation, the appropriate preparation and test method shall be applied as given in table 1.

**Tableau 1 – Résumé des directives relatives aux essais de vieillissement des conducteurs isolés en cas de difficultés rencontrées dans la préparation des éprouvettes, en raison d'une adhérence entre l'âme et l'enveloppe isolante pendant le vieillissement**

Classe de l'âme en cuivre et forme de l'âme	Méthode d'essai
Classe 1: cuivre nu	Voir 8.1.3.3 a) ou bien, si la méthode donne lieu elle-même à des problèmes d'adhérence, voir 8.1.3.4. En cas de litige, le vieillissement suivi d'un essai de pliage fait foi
Classe 1: métal revêtu ou comportant un séparateur sur âme	Voir 8.1.3.4
Classe 2: âmes circulaires jusqu'à 16 mm <sup>2</sup> inclus, constituées de fils nus ou avec revêtement métallique et avec ou sans séparateur selon le cas	Voir 8.1.3.4
Classe 2: âmes de plus de 16 mm <sup>2</sup> , circulaires ou sectoriales, constituées de fils nus ou avec revêtement métallique	Voir 8.1.3.5
Classes 5 et 6: âmes jusqu'à 16 mm <sup>2</sup> inclus, constituées de fils nus ou avec revêtement métallique et avec ou sans séparateur selon le cas	Voir 8.1.3.3 b) ou, si la méthode donne lieu elle-même à des problèmes d'adhérence, voir 8.1.3.4. En cas de litige, le vieillissement suivi d'un essai de pliage fait foi
Classes 5 et 6: âmes de plus de 16 mm <sup>2</sup> , constituées de fils nus ou avec revêtement métallique	Voir 8.1.3.5
NOTE Dans le cas de l'essai de pliage ( 8.1.3.4), les conditions de vieillissement peuvent différer de celles qui précèdent la détermination des caractéristiques mécaniques ( 8.1.3.2 et 8.1.3.3); voir la norme particulière au type de câble considéré.	

**Table 1 – Summary of ageing tests for insulated conductors in case of difficulties in preparing test pieces due to conductor insulation or separator adhesion during ageing**

Class of copper conductor and conductor form	Test method
Class 1: plain copper	See 8.1.3.3 a) or if this method also gives rise to adhesion problems, see 8.1.3.4. Ageing followed by the bending test is considered the acceptance procedure in case of dispute
Class 1: metal coated or with a separator around the conductor	See 8.1.3.4
Class 2: circular conductors up to and including 16 mm <sup>2</sup> and having plain or metal coated wires and with or without separator as appropriate	See 8.1.3.4
Class 2: conductors above 16 mm <sup>2</sup> , circular or shaped, and having plain or metal-coated wires	See 8.1.3.5
Classes 5 and 6: conductors up to and including 16 mm <sup>2</sup> having plain or metal-coated wires and with or without separator as appropriate	See 8.1.3.3 b) or if this method also gives rise to adhesion problems see 8.1.3.4. Ageing followed by the bending test is considered the acceptance procedure in case of dispute
Classes 5 and 6: conductors above 16mm <sup>2</sup> having plain or metal-coated wires	See 8.1.3.5
NOTE In the case of the bending test (8.1.3.4), ageing conditions may be different from those requiring the determination of tensile properties (8.1.3.2 and 8.1.3.3); see the relevant cable standard.	

Page 6 (Amendement 1)

### **8.1.3.3 Vieillissement des éprouvettes tubulaires avec une âme massive nue de diamètre réduit**

*Remplacer le titre et le texte existant par le nouveau paragraphe suivant:*

#### **8.1.3.3 Vieillissement des éprouvettes tubulaires avec une âme réduite**

**a) Âme massive nue de diamètre réduit**

Après préparation de cinq éprouvettes conformément au point b) de 9.1.3 de la CEI 60811-1-1, un morceau d'âme nue massive dont le diamètre est réduit de 10 % au maximum, doit y être réinséré, soit en étirant l'âme originale, soit en utilisant une âme ayant le diamètre réduit convenable.

Ces éprouvettes doivent alors être soumises au vieillissement, comme décrit en 8.1.3.1, après quoi l'âme réduite doit être enlevée et la section transversale de l'éprouvette tubulaire doit être déterminée conformément à 9.1.4 de la CEI 60811-1-1; puis les caractéristiques de traction sont déterminées conformément à 9.1.7 de la même norme.

**b) Âme de classe 5 et de classe 6, avec un nombre réduit de fils**

La préparation de cinq éprouvettes doit être effectuée conformément au point b) de 9.1.3 de la CEI 60811-1-1. À cet effet, soit approximativement 30 % des fils formant l'âme peuvent être retirés de l'enveloppe isolante, soit approximativement 70 % des fils peuvent être réinsérés dans l'éprouvette tubulaire.

Ces éprouvettes doivent alors être soumises au vieillissement, comme décrit en 8.1.3.1, après quoi l'âme réduite doit être enlevée et la section transversale de l'éprouvette tubulaire doit être déterminée conformément à 9.1.4 de la CEI 60811-1-1; puis les caractéristiques de traction sont déterminées conformément à 9.1.7 de la même norme.

Page 8 (Amendement 1)

### **8.1.3.4 Vieillissement et essai de pliage sur des éprouvettes de conducteur**

*Remplacer le texte existant par le suivant:*

**a) Prélèvement et préparation des éprouvettes**

Sur chaque conducteur isolé à essayer, deux éprouvettes de longueur appropriée doivent être prélevées, de préférence au voisinage immédiat de celles prélevées en vue des essais de traction sans vieillissement (voir la CEI 60811-1-1).

**b) Méthode de vieillissement**

Les éprouvettes doivent être placées vers le centre de l'étuve, à au moins 20 mm l'une de l'autre. Elles doivent être tenues par les deux bouts, et l'enveloppe isolante ne doit être en contact avec aucun autre objet. Les éprouvettes ne doivent pas occuper plus de 2 % du volume de l'étuve et doivent y être maintenues à la température et pendant la durée prescrites par la norme particulière au câble considéré.

**c) Essai de pliage**

Aussitôt après la période de vieillissement, les éprouvettes doivent être retirées de l'étuve et maintenues à la température ambiante, en évitant la lumière solaire, pendant au moins 16 h.

Chaque éprouvette doit ensuite être enroulée, à la température ambiante, autour d'un mandrin afin de former une hélice à spires jointives.



Page 7 (Amendment 1)

### **8.1.3.3 Ageing of tubular test pieces with a solid plain conductor having a reduced diameter**

*Replace the title and the text of this subclause by the following:*

### **8.1.3.3 Ageing of tubular test pieces with a reduced conductor**

#### **a) Solid plain conductor with reduced diameter**

After preparation of five test pieces in accordance with item b) of 9.1.3 of IEC 60811-1-1 a piece of solid plain conductor, having a diameter reduced by up to 10 % shall be reinserted. This shall be achieved by stretching the original conductor or by using a conductor having the required smaller diameter.

These test pieces shall then be aged as described in 8.1.3.1 after which the reduced conductor shall be removed and the cross-sectional area of the tubular test pieces shall be determined according to 9.1.4 of IEC 60811-1-1, followed by the determination of the tensile properties according to 9.1.7 of the same standard.

#### **b) Class 5 and class 6 conductor with a reduced number of wires.**

The preparation of five test pieces shall be carried out in accordance with item b) of 9.1.3 of IEC 60811-1-1. For this purpose, either approximately 30 % of the wires forming the conductor may be removed out of the insulation or approximately 70 % of the wires may be reinserted into the tubular test piece.

These test pieces shall then be aged as described in 8.1.3.1 after which the reduced conductor shall be removed and the cross-sectional area of the tubular test pieces shall be determined according to 9.1.4 of IEC 60811-1-1, followed by the determination of the tensile properties according to 9.1.7 of the same standard.

Page 9 (Amendment 1)

### **8.1.3.4 Ageing and bending test on test pieces of cores**

*Replace the existing subclause by the following:*

#### **a) Sampling and preparation of test pieces**

Two pieces of suitable length shall be taken from each core to be tested preferably from positions close to that from which the samples for the tensile tests without ageing are taken (see IEC 60811-1-1).

#### **b) Ageing procedure**

The test pieces shall be placed substantially in the middle of the oven so that each piece is at least 20 mm from any other piece. They shall be supported at both ends and the insulation shall not contact any other object. The test pieces shall not occupy more than 2 % of the volume of the oven, and they shall be kept in the oven at the temperature and for the time specified in the relevant standard for the type of cable.

#### **c) Bending procedure**

As soon as the ageing period is completed, the test pieces shall be removed from the oven and left at ambient temperature, avoiding direct sunlight, for at least 16 h.

Each test piece shall then be bent at ambient temperature around a mandrel so as to form a close helix.

L'enroulement doit être effectué à une vitesse uniforme d'un tour en 5 s environ.

L'essai de pliage peut s'effectuer avec l'appareillage décrit en 8.1.3 de la CEI 60811-1-4.

Le diamètre du mandrin doit être  $f$  fois celui du conducteur isolé: les valeurs de  $f$  sont données dans le tableau suivant, où le nombre de tours est également spécifié.

Section de l'âme mm <sup>2</sup>	Coefficient $f$	Nombre de tours
Jusqu'à et y compris 2,5	$1 \pm 0,1$	7
4 et 6	$2 \pm 0,1$	6
10 et 16	$4 \pm 0,1$	5

d) Prescription

A la fin de la procédure de pliage, les éprouvettes doivent être examinées sur le mandrin. L'isolant des deux éprouvettes ne doit présenter aucune fissure visible à l'œil nu ou corrigé, sans grossissement. Les fissures apparaissant sur la première ou la dernière spire enroulée sur le mandrin ne doivent pas être prises en considération.

Page 12

#### 8.4.1 Méthode 1 – Méthode indirecte ou méthode de la consommation de puissance

Dans b), corriger la définition de  $C_p$  comme suit:

$C_p$  est la chaleur spécifique de l'air à pression constante (J·g<sup>-1</sup>·K<sup>-1</sup>)

The bending procedure shall be carried out uniformly at a rate of one turn in about 5 s.

The bending tests may be carried out with the apparatus described in 8.1.3 of IEC 60811-1-4.

The diameter of the mandrel shall be  $f$  times the diameter of the core. The values of  $f$  and also the number of turns are specified as follows.

Cross-sectional area of conductor mm <sup>2</sup>	Factor $f$	Number of turns
Up to and including 2,5	$1 \pm 0,1$	7
4 and 6	$2 \pm 0,1$	6
10 and 16	$4 \pm 0,1$	5

d) Requirement

At the end of the bending procedure the test pieces shall be examined while still on the mandrel. The insulation of both test pieces shall not show any crack when examined with normal or corrected vision without magnification. Any cracks in the first or the last turn on the mandrel shall be disregarded.

Page 13

#### 8.4.1 Method 1 – Indirect or power consumption method

*In b), correct the definition of  $C_p$  as follows:*

$C_p$  is the specific heat of air constant pressure ( $J \cdot g^{-1} \cdot K^{-1}$ )

ISBN 2-8318-5385-0



9 782831 853857

---

ICS 29.035.01; 29.060.20

---

Typeset and printed by the IEC Central Office  
GENEVA, SWITZERLAND

**COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE**  
**NORME DE LA CEI**

**INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION**  
**IEC STANDARD**

**Modification**

n° 1  
Octobre 1989  
à la

**Amendment**

No. 1  
October 1989  
to

Publication 811-1-2  
1985

---

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

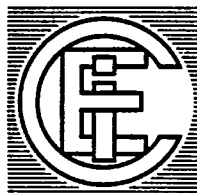
Première partie: Méthodes d'application générale  
Section deux - Méthodes de vieillissement thermique

---

Common test methods for insulating  
and sheathing materials of electric cables

Part 1: Methods for general application  
Section Two - Thermal ageing methods

---



**Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale**  
**3, rue de Varembe**  
**Genève, Suisse**

n° 1  
Octobre 1989  
à la

No. 1  
October 1989  
to

Publication 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 deux - Méthodes de vieillissement thermique

---

Common test methods for insulating  
and sheathing materials of electric cables

Part 1: Methods for general application  
Section Two - Thermal ageing methods

---

© CEI 1989

Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Code prix  
Price code 7

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

## PREFACE

La présente modification a été établie par le Comité d'Etudes n° 20 de la CEI: Câbles électriques.

Le texte de cette modification est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote
20(BC)181	20(BC)187

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

Page 8

### 8.1 Vieillissement en étuve à air

*Remplacer le paragraphe 8.1.1 par le nouveau paragraphe suivant:*

#### 8.1.1 Généralités

Un traitement de vieillissement en étuve à air peut être prescrit dans une norme particulière de câble:

- a) pour des éprouvettes préparées, constituées seulement de matériau isolant ou de matériau de gainage (voir paragraphe 8.1.3.1);
- b) pour des éprouvettes préparées de conducteur isolé (âme et isolant) (voir le paragraphe 8.1.3.2 et les paragraphes suivants, si nécessaire);
- c) pour les éprouvettes de câble complet (voir paragraphe 8.1.4);
- d) pour l'essai de perte de masse (voir Publication 811-3-2 de la CEI, article 8).

L'essai de vieillissement point a) et l'essai de perte de masse point d) peuvent être combinés et effectués sur les mêmes éprouvettes.

*Remplacer le paragraphe 8.1.3 par le nouveau paragraphe suivant:*

## PREFACE

This amendment has been prepared by IEC Technical Committee No. 20: Electric cables.

The text of this amendment is based on the following documents:

Six Months' Rule	Report on Voting
20(C0)181	20(C0)187

Full information on the voting for the approval of this amendment can be found in the Voting Report indicated in the above table.

Page 9

### 8.1 Ageing in an air oven

*Replace Sub-clause 8.1.1 by the following new sub-clause:*

#### 8.1.1 General

An ageing treatment in an air oven may be required by the relevant cable standard:

- a) for prepared test pieces of insulating or sheathing material only (see Sub-clause 8.1.3.1);
- b) for prepared test pieces of cores (conductor and insulation) (see Sub-clause 8.1.3.2 and subsequent Sub-clauses if necessary);
- c) for test pieces of completed cable (see Sub-clause 8.1.4);
- d) for the loss of mass test (see IEC Publication 811-3-2, Clause 8).

The ageing test a) and the loss of mass test d) may be combined and carried out on the same test pieces.

*Replace Sub-clause 8.1.3 by the following new sub-clause:*



### 8.1.3 Mode opératoire pour les éprouvettes préparées

#### 8.1.3.1 Vieillessement des éprouvettes préparées, constituées de matériau isolant sans âme et de matériau de gainage

Le vieillissement est effectué dans une atmosphère ayant la composition et la pression de l'air ambiant.

Les éprouvettes, telles qu'elles sont décrites dans l'article 9 de la Publication 811-1-1 de la CEI, sont suspendues verticalement vers le centre de l'étuve, à au moins 20 mm l'une de l'autre.

Si certaines éprouvettes sont destinées à la mesure de la perte de masse, elles ne doivent pas occuper plus de 0,5% du volume de l'étuve.

Les éprouvettes sont maintenues dans l'étuve à la température et pendant la durée spécifiées pour le matériau dans la norme particulière au type de câble considéré.

Des échantillons de compositions chimiques nettement différentes ne doivent pas être essayés en même temps.

Aussitôt après la période de vieillissement, les éprouvettes sont retirées de l'étuve et laissées à température ambiante, à l'abri de la lumière solaire, pendant au moins 16 h. L'essai de traction est ensuite effectué conformément aux paragraphes 9.1.6 et 9.1.7 de la Publication 811-1-1 de la CEI, pour l'isolant comme pour la gaine.

#### 8.1.3.2 Vieillessement des éprouvettes de conducteur isolé préparées avec âme d'origine)

- a) Si, après vieillissement, l'âme et le séparateur éventuel peuvent être enlevés sans endommager l'isolant, le mode opératoire est le suivant: les éprouvettes de conducteur isolé, de longueur suffisante, sont prélevées, de préférence, au voisinage immédiat de celles prélevées en vue des essais de traction sans vieillissement (voir Publication 811-1-1 de la CEI). Elles sont soumises au vieillissement décrit au paragraphe 8.1.3.1, après quoi cinq éprouvettes doivent être préparées conformément au paragraphe 9.1.3 de la Publication 811-1-1 de la CEI. Leur section est déterminée conformément au paragraphe 9.1.4 de la Publication 811-1-1 de la CEI. L'essai de traction est ensuite effectué conformément aux paragraphes 9.1.6 et 9.1.7 de la Publication 811-1-1 de la CEI.
- b) S'il n'est pas possible, après la procédure de vieillissement, d'enlever l'âme ou le séparateur éventuel sans endommager l'isolant, on suivra les procédures de préparation et d'essai indiquées dans le tableau suivant.

**Note.-** A ce stade, ces procédures ne sont applicables qu'aux conducteurs isolés avec de l'EPR 90 °C et du XLPE 90 °C des câbles basse tension (c'est-à-dire les câbles sans écran sur âme).

### 8.1.3 Procedure for prepared test pieces

#### 8.1.3.1 Ageing of prepared test pieces of insulating material without conductor and of sheathing material

The ageing shall be carried out in an atmosphere having the composition and pressure of the ambient air.

The test pieces, as specified in Clause 9 of IEC Publication 811-1-1 shall be suspended vertically and substantially in the middle of the oven so that each piece is at least 20 mm from any other piece.

If any of the test pieces are to be used for the loss of mass test, the test piece shall not occupy more than 0,5% of the volume of the oven.

The test pieces shall be kept in the oven at the temperature and for the time specified for the material in the relevant standard for the type of cable.

Compounds of substantially different compositions shall not be tested at the same time.

As soon as the ageing period is completed, the test pieces shall be removed from the oven and left at ambient temperature, avoiding direct sunlight, for at least 16 h. The tensile test shall then be carried out in accordance with Sub-clauses 9.1.6 and 9.1.7 of IEC Publication 811-1-1 for both insulation and sheath.

#### 8.1.3.2 Ageing of prepared test pieces of cores with the original conductor

a) If after ageing, the conductor and the separator, if any, can be removed without damaging the insulation, the procedure shall be as follows. Samples of core, cut into pieces which are sufficiently long, shall be taken, preferably from positions close to that from which the samples for the tensile tests without ageing are taken (see IEC Publication 811-1-1). They shall then be aged as described in Sub-clause 8.1.3.1, after which five test pieces shall be prepared in accordance with Sub-clause 9.1.3 of IEC Publication 811-1-1 and the cross-sectional area shall be determined in accordance with Sub-clause 9.1.4 of IEC Publication 811-1-1. The tensile test shall then be carried out in accordance with Sub-clauses 9.1.6 and 9.1.7 of IEC Publication 811-1-1.

b) If it is not possible to remove the conductor or the separator, if any, after the ageing procedure without damaging the insulation, the appropriate preparation and test method shall be applied as given in the following table.

**Note.-** At this stage these methods are only applicable for conductors insulated with 90 °C EPR or 90 °C XLPE of low voltage cables (i.e. cables which do not employ conductor screening).

TABLEAU 1

Classe de l'âme en cuivre et forme de l'âme	Résumé des directives relatives aux essais de vieillissement des conduc- teurs isolés avec de l'EPR 90 °C et du XLPE 90 °C des câbles basse tension en cas de difficultés rencontrées dans la préparation des éprouvettes, suite à une adhérence âme-enveloppe isolante pendant le vieillissement
Classe 1: cuivre nu	Voir le paragraphe 8.1.3.3 ou, si la méthode donne lieu elle-même à des problèmes d'adhérences, voir le para- graphe 8.1.3.4. En cas de litige, le vieillissement suivi d'un essai de pliage fait foi
Classe 1: cuivre revêtu	Voir paragraphe 8.1.3.4
Classe 1: avec séparateur sur âme	Voir paragraphe 8.1.3.4
Classe 2: âmes circulaires jusqu'à 16 mm <sup>2</sup> inclus, com- portant des fils nus ou avec revêtement métallique et un séparateur de l'âme	Voir paragraphe 8.1.3.4
Classe 2: âmes de plus de 16 mm <sup>2</sup> , circulaires ou sec- torales, à base de fils nus ou avec revêtement métal- lique	Voir paragraphe 8.1.3.5
<i>Note.-</i> Dans le cas de l'essai de pliage (paragraphe 8.1.3.4), les conditions de vieillissement peuvent différer de celles qui précèdent la détermination des caractéristiques mécaniques (paragraphe 8.1.3.2, 8.1.3.3, 8.1.3.5), voir la norme particulière au type câble considéré.	

### 8.1.3.3 *Vieillissement des éprouvettes tubulaires avec une âme massive nue de diamètre réduit*

Après préparation de cinq éprouvettes conformément au point *b*) du paragraphe 9.1.3 de la Publication 811-1-1 de la CEI, un morceau d'âme nue massive dont le diamètre est réduit de 10% au maximum, y est réinséré, soit en étirant l'âme originale, soit en utilisant une âme ayant le diamètre réduit convenable.

Ces éprouvettes sont alors soumises au vieillissement, comme décrit au paragraphe 8.1.3.1, après quoi l'âme est enlevée et la section transversale de l'éprouvette tubulaire est déterminée conformément au paragraphe 9.1.4 de la Publication 811-1-1 de la CEI; puis les caractéristiques mécaniques sont déterminées conformément aux paragraphes 9.1.6 et 9.1.7 de la même publication.

TABLE 1

Class of copper conductor and conductor form	Summary of guidelines for ageing tests for conductors insulated with 90 °C EPR or 90 °C XLPE of low voltage cables in case of difficulties in preparing test pieces due to conductor insulation or separator adhesion during ageing
Class 1: plain copper	See Sub-clause 8.1.3.3 or if this method also gives rise to adhesion problems see Sub-clause 8.1.3.4. Ageing followed by the bending test is considered the acceptance procedure in case of dispute
Class 1: metal coated	See Sub-clause 8.1.3.4
Class 1: with a separator around the conductor	See Sub-clause 8.1.3.4
Class 2: circular conductors up to and including 16 mm <sup>2</sup> and having plain or metal coated wires and also where a separator around the conductor is included	See Sub-clause 8.1.3.4
Class 2: conductors above 16 mm <sup>2</sup> , circular or shaped, and having plain or metal coated wires	See Sub-clause 8.1.3.5
<b>Note.-</b> In the case of the bending test (Sub-clause 8.1.3.4), ageing conditions may be different from those requiring the determination of tensile properties (Sub-clauses 8.1.3.2, 8.1.3.3, 8.1.3.5); see the relevant cable standard.	

### 8.1.3.3 Ageing of tubular test pieces with a solid plain conductor having a reduced diameter

After preparation of five test pieces in accordance with item *b* of Sub-clause 9.1.3 of IEC Publication 811-1-1 a piece of solid plain conductor, having a diameter reduced by up to 10% shall be reinserted. This shall be achieved by stretching the original conductor or by using a conductor having the required smaller diameter.

These test pieces shall then be aged as described in Sub-clause 8.1.3.1 after which the conductor shall be removed and the cross-sectional area of the tubular test pieces shall be determined according to Sub-clause 9.1.4 of IEC Publication 811-1-1, followed by the determination of the tensile properties according to Sub-clauses 9.1.6 and 9.1.7 of the same publication.

### 8.1.3.4 Vieillessement et essai de pliage sur des éprouvettes de conducteur

#### a) Prélèvement et préparation des éprouvettes

Sur chaque conducteur isolé à essayer, deux éprouvettes de longueur appropriée sont prélevées, de préférence, au voisinage immédiat de celles prélevées en vue des essais de traction sans vieillissement (voir la Publication 811-1-1 de la CEI).

#### b) Méthode de vieillissement

Les éprouvettes sont placées vers le centre de l'étuve, à au moins 20 mm l'une de l'autre. Elles sont tenues par les deux bouts, et l'enveloppe isolante ne doit être en contact avec aucun autre objet. Les éprouvettes ne doivent pas occuper plus de 2% du volume de l'étuve et y sont maintenues à la température et pendant la durée prescrites par la norme particulière au câble considéré.

#### c) Essais de pliage

Aussitôt après la période de vieillissement, les éprouvettes sont retirées de l'étuve et maintenues à température ambiante, en évitant la lumière solaire, pendant au moins 16 h.

Chaque éprouvette est ensuite enroulée à la température ambiante autour d'un mandrin afin de former une hélice à spires jointives.

L'enroulement doit être effectué à une vitesse uniforme d'un tour en 5 s environ.

L'essai de pliage peut s'effectuer avec l'appareillage décrit au paragraphe 8.1.3 de la Publication 811-1-4 de la CEI.

Le diamètre du mandrin doit être  $f$  fois celui du conducteur isolé: les valeurs de  $f$  sont données dans le tableau suivant, où le nombre de tours est également spécifié.

TABLEAU 2

Section de l'âme (mm <sup>2</sup> )	Coefficient $f$	Nombre de tours
Jusqu'à et y compris 2,5	$1 \pm 0,1$	7
4 et 6	$2 \pm 0,1$	6
10 et 16	$4 \pm 0,1$	5

#### d) Prescription

A la fin de la procédure de pliage, les éprouvettes sont examinées sur le mandrin. L'isolant des deux éprouvettes ne doit présenter aucune fissure visible à l'oeil nu ou corrigé, sans grossissement. Les fissures apparaissant sur la première ou la dernière spire enroulée sur le mandrin ne sont pas prises en considération.

#### 8.1.3.4 Ageing and bending test on test pieces of cores

##### a) Sampling and preparation of test pieces

Two pieces of suitable length shall be taken from each core to be tested preferably from positions close to that from which the samples for the tensile tests without ageing are taken (see IEC Publication 811-1-1).

##### b) Ageing procedure

The test pieces shall be placed substantially in the middle of the oven so that each piece is at least 20 mm from any other piece. They shall be supported at both ends and the insulation shall not contact any other object. The test pieces shall not occupy more than 2% of the volume of the oven, and they shall be kept in the oven at the temperature and for the time specified in the relevant standard for the type of cable.

##### c) Bending procedure

As soon as the ageing period is completed the test pieces shall be removed from the oven and left at ambient temperature, avoiding direct sunlight, for at least 16 h.

Each test piece shall then be bent at ambient temperature around a mandrel so as to form a close helix.

The bending procedure shall be carried out uniformly at a rate of one turn in about 5 s.

The bending tests may be carried out with the apparatus described in Sub-clause 8.1.3 of IEC Publication 811-1-4.

The diameter of the mandrel shall be  $f$  times the diameter of the core. The values of  $f$  and also the number of turns are specified as follows.

TABLE 2

Cross-sectional area of conductor (mm <sup>2</sup> )	Factor $f$	Number of turns
Up to and including 2,5	$1 \pm 0,1$	7
4 and 6	$2 \pm 0,1$	6
10 and 16	$4 \pm 0,1$	5

##### d) Requirement

At the end of the bending procedure the test pieces shall be examined while still on the mandrel. The insulation of both test pieces shall not show any crack when examined with normal or corrected vision without magnification. Any cracks in the first or the last turn on the mandrel shall be disregarded.

### 8.1.3.5 Vieillessement des éprouvettes de conducteurs préparées d'une façon spéciale

#### a) Prélèvement et préparation des éprouvettes

Trois éprouvettes, chacune d'environ 200 mm de long, sont prélevées sur chaque conducteur isolé à essayer, de préférence au voisinage immédiat de celles, prélevées en vue des essais de traction sans vieillissement (voir Publication 811-1-1 de la CEI).

Dans le cas de conducteurs isolés à âmes sectoriales, une bande d'au moins 10 mm de large est découpée dans l'enveloppe isolante sur l'arrière du secteur, le long de l'axe de l'âme, puis séparée de l'âme. Ensuite, cette bande est replacée au même endroit et attachée au centre de l'éprouvette et à 20 mm de chaque extrémité avec un fil approprié, de sorte qu'elle soit de nouveau bien en contact avec l'âme (voir figure ci-dessous).

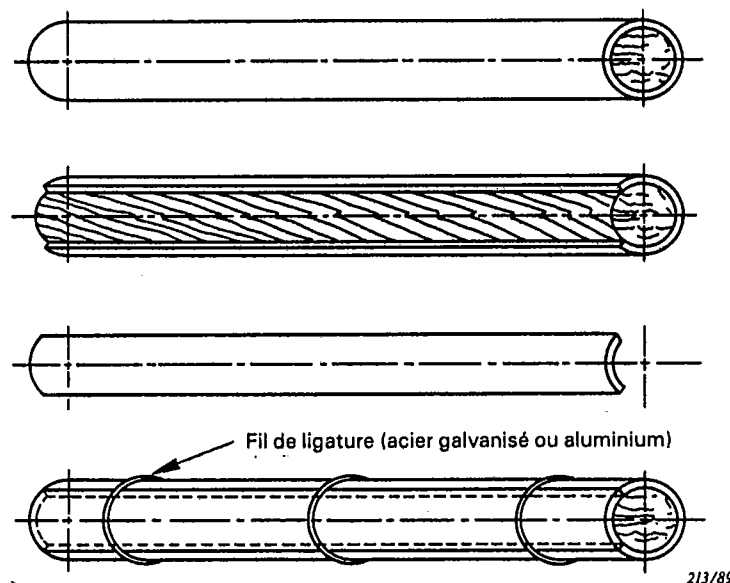


Figure 1

Pour les conducteurs isolés à âme circulaire, une procédure similaire doit être appliquée quand, pour les plus petites sections (25 mm<sup>2</sup> par exemple) la bande découpée et séparée de l'âme peut atteindre la moitié de l'enveloppe isolante.

#### b) Méthode de vieillissement

Les éprouvettes préparées d'une façon spéciale sont placées vers le centre de l'étuve, à au moins 20 mm l'une de l'autre. Elles sont tenues par les deux bouts, et l'isolation ne doit être en contact avec rien d'autre que la ligature. Les éprouvettes ne doivent pas occuper plus de 2% du volume de l'étuve. Elles sont alors soumises à un vieillissement à la température spécifiée durant le temps spécifié dans la norme particulière au type de câble considéré.

### 8.1.3.5 Ageing of specially prepared test pieces of cores

#### a) Sampling and preparation of test pieces

Three samples each about 200 mm long shall be taken from each core to be tested, preferably from positions close to that from which the samples for the tensile tests without ageing are taken (see IEC Publication 811-1-1).

In the case of sector-shaped cores a strip of not less than 10 mm width shall be cut out of the insulation at the sector back along the conductor axis and separated from the conductor. Subsequently this strip shall be applied again in the same place and fastened with suitable wire in the middle of the test piece and at about 20 mm from each end in such a way that the strip is again well in contact with the conductor; see figure below.

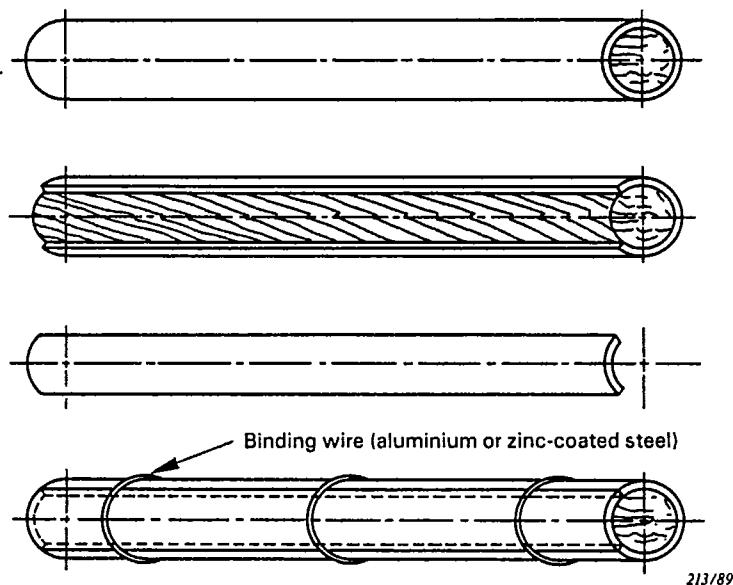


Figure 1

For cores with circular conductors a similar procedure shall be applied, where, for smaller sizes (for example, 25 mm<sup>2</sup>) up to half the insulation can be separated.

#### b) Ageing procedure

The specially prepared test pieces shall be placed substantially in the middle of the oven so that each piece is at least 20 mm from any other piece. They shall be supported at both ends and the insulation shall not contact any object other than the binding wire. The test pieces shall not occupy more than 2% of the volume of the oven, and they shall be kept in the oven at the temperature and for the time specified in the relevant standard for the type of cable.



Aussitôt après la période de vieillissement, les éprouvettes sont retirées de l'étuve et maintenues à la température ambiante, pendant 16 h au moins, en évitant la lumière solaire, puis démontées: deux éprouvettes en forme d'haltères devront être alors préparées, conformément au paragraphe 9.1.3 de la Publication 811-1-1 de la CEI, à partir de chaque bande, comme le montre la figure ci-dessous, et leur section déterminée conformément au paragraphe 9.1.4 de la Publication 811-1-1 de la CEI.

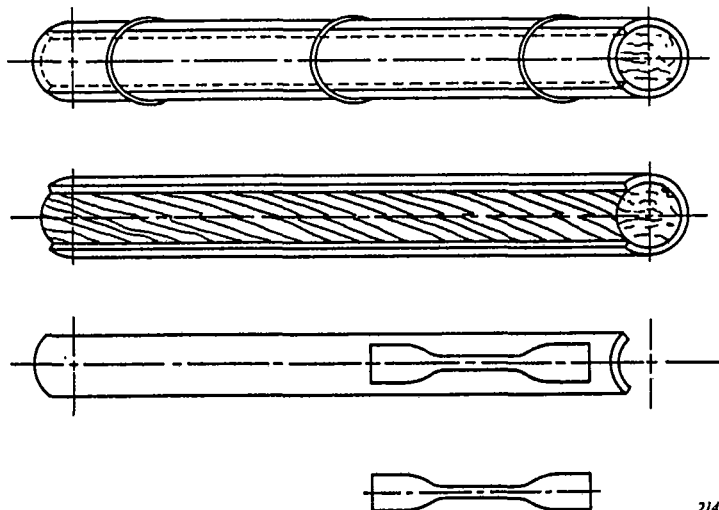
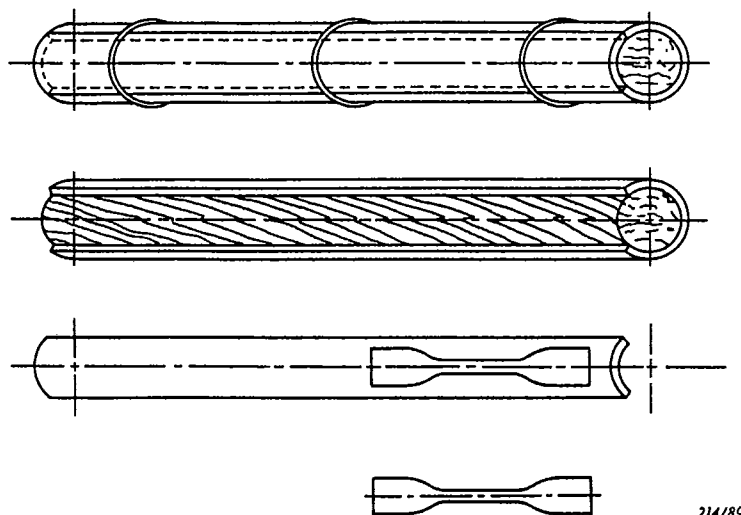


Figure 2

L'essai de traction sera alors effectué conformément aux paragraphes 9.1.6 et 9.1.7 de la Publication 811-1-1 de la CEI.

As soon as the ageing period is completed, the test pieces shall be removed from the oven, left at ambient temperature avoiding direct sunlight, for at least 16 h and then dismantled. Dumb-bell test pieces, two from each sample, shall then be prepared in accordance with Sub-clause 9.1.3 of IEC Publication 811-1-1, the cross-sectional area being determined in accordance with Sub-clause 9.1.4 of IEC Publication 811-1-1, as shown in the figure below.



214/89

Figure 2

The tensile test shall then be carried out in accordance with Sub-clauses 9.1.6 and 9.1.7 of IEC Publication 811-1-1.

**Publications 811 de la C E I**

(Premières éditions 1985)

**IEC Publications 811**

(First editions 1985)

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

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

**CORRIGENDUM**

*Dans l'annexe A, article A2 des Publications 811-1-1, 811-1-2, 811-1-3, 811-1-4, 811-3-1, 811-3-2 et l'annexe B, article B2 de la Publication 811-4-1, veuillez modifier comme indiqué le tableau suivant :*

**Correspondance entre les articles des Publications 540, 811 et 885 de la C E I \***

Titre de l'article dans la Publication 540 *	540	811			885
	Article	Partie	Section	Article	Partie
Essais de décharges partielles . . . . .	3	—	—	—	2
Mesure des épaisseurs et des diamètres ** . . . . .	4	1	1	8	—
Détermination des propriétés mécaniques des mélanges pour enveloppes isolantes et gaines . . . . .	5	1	1	9	—
Méthodes de vieillissement thermique . . . . .	6	1	2	8	—
Essai de perte de masse des enveloppes isolantes et gaines de PVC . . . . .	7	3	2	8	—
Essai de pression à température élevée pour enveloppes isolantes et gaines de PVC . . . . .	8	3	1	8	—
Essais à basse température pour enveloppes isolantes et gaines de PVC . . . . .	9	1	4	8	—
Essais de résistance à la fissuration des enveloppes isolantes et gaines de PVC . . . . .	10	3	1	9	—
Méthode de détermination de la masse volumique des mélanges élastomères et thermoplastiques . . . . .	11	1	3	8	—
Mesure de l'indice de fluidité à chaud du polyéthylène thermoplastique . . . . .	12	4	1	10	—
Essai de résistance à l'ozone . . . . .	13	2	1	8	—
Essai d'allongement à chaud . . . . .	14	2	1	9	—
Essai de résistance à l'huile minérale pour les gaines à base d'élastomères . . . . .	15	2	1	10	—
Essais électriques pour les câbles, les conducteurs et les fils, pour une tension inférieure ou égale à 450/750 V . . . . .	16	—	—	—	1
Stabilité thermique des enveloppes isolantes et des gaines de PVC . . . . .	17	3	2	9	—
Mesure dans le PE du taux de noir de carbone et/ou des charges minérales . . . . .	18	4	1	11	—
Essais d'absorption d'eau . . . . .	19	1	3	9	—
Essai de rétraction . . . . .	20	1	3	10	—

\* Publication 540: Méthodes d'essais pour les enveloppes isolantes et les gaines des câbles électriques rigides et souples (mélanges élastomères et thermoplastiques).

Publication 885: Méthodes d'essais électriques pour les câbles électriques.

\*\* Techniquement non identique.

*In Appendix A, Clause A2 of Publications 811-1-1, 811-1-2, 811-1-3, 811-1-4, 811-3-1, 811-3-2 and Appendix B, Clause B2 of Publication 811-4-1, please amend as follows the table below:*

**Corresponding clauses in I E C Publications 540, 811 and 885 \***

Heading of clause in Publication 540 *	540	811			885
	Clause	Part	Section	Clause	Part
Partial discharge tests . . . . .	3	—	—	—	2
Measurement of thicknesses and diameters ** . . . . .	4	1	1	8	—
Tests for determining the mechanical properties of insulating and sheathing compounds . . . . .	5	1	1	9	—
Thermal ageing methods . . . . .	6	1	2	8	—
Loss of mass test for PVC insulations and sheaths . . . . .	7	3	2	8	—
Pressure test at high temperature for PVC insulations and sheaths . . . . .	8	3	1	8	—
Tests at low temperature for PVC insulations and sheaths . . . . .	9	1	4	8	—
Tests for resistance of PVC insulations and sheaths to cracking . . . . .	10	3	1	9	—
Method for determining the density of elastomeric and thermoplastic compounds . . . . .	11	1	3	8	—
Measurement of the melt flow index of thermoplastic polyethylene . . . . .	12	4	1	10	—
Ozone resistance test . . . . .	13	2	1	8	—
Hot set test . . . . .	14	2	1	9	—
Mineral oil immersion test for elastomeric sheaths . . . . .	15	2	1	10	—
Electrical tests for cables, cords and wires for voltages up to and including 450/750 V . . . . .	16	—	—	—	1
Thermal stability of PVC insulations and sheaths . . . . .	17	3	2	9	—
Carbon black and/or mineral filler content in PE . . . . .	18	4	1	11	—
Water absorption tests . . . . .	19	1	3	9	—
Shrinkage test . . . . .	20	1	3	10	—

\* Publication 540: Test Methods for Insulations and Sheaths of Electric Cables and Cords (Elastomeric and Thermoplastic Compounds).

Publication 885: Electrical Test Methods for Electric Cables.

\*\* Technically not identical.

Mai 1986

May 1986

**COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE**  
**NORME DE LA CEI**

**INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION**  
**IEC STANDARD**

**Publication 811-1-2**  
Première édition — First edition  
1985

---

**Méthodes d'essais communes pour les matériaux d'isolation  
et de gainage des câbles électriques**  
**Première partie: Méthodes d'application générale**  
**Section deux — Méthodes de vieillissement thermique**

---

---

**Common test methods for insulating and sheathing materials  
of electric cables**  
**Part 1: Methods for general application**  
**Section Two — Thermal ageing methods**

---



© CEI 1985

Droits de reproduction réservés — Copyright — all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale  
3, 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**
- **Annuaire de la CEI**
- **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 (VEI), 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 VEI peuvent être obtenus sur demande.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit repris du VEI, 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 617 de la CEI: Symboles graphiques pour schémas.

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit repris des Publications 27 ou 617 de la CEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

## Publications de la CEI établies par le même Comité d'Etudes

L'attention du lecteur est attirée sur les pages 3 et 4 de la couverture, qui énumèrent les 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**
- **IEC Yearbook**
- **Catalogue of IEC Publications**  
Published yearly

## Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC Publication 50: International Electrotechnical Vocabulary (IEV), 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 IEV will be supplied on request.

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:

- IEC Publication 27: Letter symbols to be used in electrical technology;
- IEC Publication 617: Graphical symbols for diagrams.

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC Publications 27 or 617, 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 pages 3 and 4 of the cover, which list 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 811-1-2**  
Première édition — First edition  
1985

---

**Méthodes d'essais communes pour les matériaux d'isolation  
et de gainage des câbles électriques**  
**Première partie: Méthodes d'application générale**  
**Section deux — Méthodes de vieillissement thermique**

---

**Common test methods for insulating and sheathing materials  
of electric cables**  
**Part 1: Methods for general application**  
**Section Two — Thermal ageing methods**

---



© CEI 1985

Droits de reproduction réservés — Copyright — all rights reserved

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

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

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

3, rue de Varembe

Genève, Suisse

Prix Fr. s. **31.—**  
Price

## SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE .....	4
PRÉFACE .....	4
Articles	
1. Domaine d'application .....	6
2. Valeurs prescrites pour les essais .....	6
3. Application .....	6
4. Essais de type et autres essais .....	6
5. Préconditionnement .....	6
6. Température d'essai .....	6
7. Valeur médiane .....	6
8. Méthodes de vieillissement thermique .....	8
8.1 Vieillissement en étuve à air .....	8
8.2 Vieillissement dans la bombe à air .....	10
8.3 Vieillissement dans la bombe à oxygène .....	10
8.4 Méthodes de mesure du débit d'air dans les étuves .....	12
FIGURES .....	16
ANNEXE A — Correspondance entre les articles et paragraphes des Publications 538 et 540 de la CEI et de la Publication 811 de la CEI .....	18



## CONTENTS

	Page
FOREWORD .....	5
PREFACE .....	5
Clause	
1. Scope .....	7
2. Test values .....	7
3. Applicability .....	7
4. Type tests and other tests .....	7
5. Pre-conditioning .....	7
6. Test temperature .....	7
7. Median value .....	7
8. Thermal ageing methods .....	9
8.1 Ageing in an air oven .....	9
8.2 Ageing in an air bomb .....	11
8.3 Ageing in an oxygen bomb .....	11
8.4 Methods of measuring air flow in ovens .....	13
FIGURES .....	16
APPENDIX A — Corresponding clauses and sub-clauses in IEC Publications 538 and 540 and IEC Publication 811 .....	19

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

## Première partie: Méthodes d'application générale

## Section deux — Méthodes de vieillissement thermique

## PRÉAMBULE

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

## PRÉFACE

La présente norme a été établie par le Comité d'Etudes n° 20 de la CEI: Câbles électriques.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote
20(BC)152	20(BC)165

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

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

- Publications n°s
- 538 (1976): Câbles, fils et cordons électriques: Méthodes d'essai pour isolants et gaines en polyéthylène.
  - 538A (1980): Premier complément: Méthodes supplémentaires d'essai des polyéthylènes utilisés comme isolant et gaine de câbles électriques, fils et cordons utilisés dans l'équipement de télécommunication et dans les dispositifs employant des techniques similaires.
  - 540 (1982): Méthodes d'essais pour les enveloppes isolantes et les gaines des câbles électriques rigides et souples (mélanges élastomères et thermoplastiques).
  - 811: Méthodes d'essai communes pour les matériaux d'isolation et de gainage des câbles électriques.
  - 811-1-1: Première partie: Méthodes d'application générale. Section un — Mesure des épaisseurs et des dimensions extérieures — Détermination des propriétés mécaniques. (En préparation.)
  - 811-3-2: Troisième partie: Méthodes spécifiques pour les mélanges PVC. Section deux — Essai de perte de masse — Essai de stabilité thermique. (En préparation.)

La norme complète doit finalement remplacer les Publications 538 et 540 de la CEI. Pour permettre aux utilisateurs une comparaison entre les articles et paragraphes correspondants dans les trois publications, un tableau de correspondance est donné dans l'annexe A.

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

COMMON TEST METHODS FOR INSULATING AND  
SHEATHING MATERIALS OF ELECTRIC CABLES

## Part 1: Methods for general application

## Section Two — Thermal ageing methods

## FOREWORD

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

## PREFACE

This standard has been prepared by IEC Technical Committee No. 20: Electric Cables.

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

Six Months' Rule	Report on Voting
20(CO)152	20(CO)165

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

*The following IEC publications are quoted in this standard:*

- Publications Nos. 538 (1976): Electric Cables, Wires and Cords: Methods of Test for Polyethylene Insulation and Sheath.
- 538A (1980): First Supplement: Additional Methods of Test for Polyethylene Insulation and Sheath of Electric Cables, Wires and Cords Used in Telecommunication Equipment and in Devices Employing Similar Techniques.
- 540 (1982): Test Methods for Insulations and Sheaths of Electric Cables and Cords (Elastomeric and Thermoplastic Compounds).
- 811: Common Test Methods for Insulating and Sheathing Materials of Electric Cables.
- 811-1-1: Part 1: Methods for General Application. Section One — Measurements of Thickness and Overall Dimensions — Tests for Determining the Mechanical Properties. (In preparation.)
- 811-3-2: Part 3: Methods Specific to PVC Compounds. Section Two — Loss Mass Test — Thermal Stability Test. (In preparation.)

The complete standard will eventually replace IEC Publications 538 and 540. To enable users to compare the relevant clauses in all three publications, a table of cross-references is given in Appendix A.

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

## Première partie: Méthodes d'application générale

### SECTION DEUX — MÉTHODES DE VIEILLISSEMENT THERMIQUE

#### 1. Domaine d'application

La présente norme 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.

Cette section deux de la première partie donne les méthodes de vieillissement thermique qui s'appliquent aux types les plus courants de mélanges des isolants et des gaines (élastomères, PVC, PE, PP, etc.).

#### 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 norme peuvent être modifiées par la norme du câble correspondant afin de répondre aux exigences particulières de celui-ci.

#### 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 norme 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 les essais plus répétitifs, comme les essais individuels; ces différences sont alors précisées.

#### 5. Préconditionnement

Tous les essais doivent être effectués 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.

#### 6. Température d'essai

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

#### 7. Valeur médiane

Plusieurs résultats d'essais étant 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.

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

### Part 1: Methods for general application

#### SECTION TWO — THERMAL AGEING METHODS

##### 1. Scope

This standard 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 Two of Part 1 gives the thermal ageing methods which apply to the most common types of insulating and sheathing compounds (elastomeric, PVC, PE, PP, etc.).

##### 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 standard may be modified by the relevant cable standard to suit the needs of a particular type of cable.

##### 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 standard 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.

##### 6. Test temperature

Unless otherwise specified, tests shall be carried out at room temperature.

##### 7. 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. Méthodes de vieillissement thermique

### 8.1 Vieillissement en étuve à air

#### 8.1.1 Généralités

Un traitement de vieillissement en étuve à air peut être prescrit dans une norme particulière de câble:

- a) sur éprouvettes préparées (voir paragraphe 8.1.3);
- b) sur tronçons de câble complet (voir paragraphe 8.1.4);
- c) pour l'essai de perte de masse (voir la Publication 811-3-2 de la CEI: Méthodes d'essai communes pour les matériaux d'isolation et de gainage des câbles électriques, Troisième partie: Méthodes spécifiques pour les mélanges PVC. Section deux — Essai de perte de masse — Essai de stabilité thermique. (En préparation.)

Quand cela est possible, on peut combiner l'essai de vieillissement a) et l'essai de perte de masse c) sur les mêmes éprouvettes.

#### 8.1.2 Appareil

Une étuve à air chaud avec circulation d'air, naturelle ou sous pression. L'air doit entrer dans l'étuve de telle façon qu'il passe sur la surface des éprouvettes et qu'il sorte de l'étuve au voisinage de son sommet. L'air contenu dans l'étuve doit être renouvelé complètement au moins 8 fois et au plus 20 fois par heure à la température de vieillissement prescrite.

Le paragraphe 8.4 donne deux méthodes de mesure du débit d'air circulant dans une étuve.

L'emploi d'un ventilateur à l'intérieur de l'étuve n'est pas permis.

#### 8.1.3 Mode opératoire pour les éprouvettes préparées

Le vieillissement est effectué dans une atmosphère ayant la composition et la pression de l'air ambiant.

Les éprouvettes, comme spécifié dans l'article 9 de la Publication 811-1-1 de la CEI: Méthodes d'essai communes pour les matériaux d'isolation et de gainage des câbles électriques, Première partie: Méthodes d'application générale. Section un — Mesure des épaisseurs et des dimensions extérieures — Détermination des propriétés mécaniques (en préparation), doivent être suspendues verticalement, pratiquement au milieu de l'étuve et de façon que chaque éprouvette soit au moins à 20 mm l'une de l'autre.

Si certaines éprouvettes sont destinées à la mesure de la perte de masse, ces éprouvettes ne doivent pas occuper plus de 0,5% du volume de l'étuve.

Les éprouvettes doivent être laissées dans l'étuve à la température et pendant le temps spécifiés, pour le matériau, dans la norme particulière au type de câble considéré.

Des mélanges nettement différents ne sont pas soumis à l'essai simultanément.

Aussitôt après la période de vieillissement, on retire les éprouvettes de l'étuve et on les laisse, pendant 16 h au moins, à la température ambiante, en évitant la lumière solaire directe. L'essai de traction est ensuite effectué conformément aux paragraphes 9.1.6 et 9.1.7 de la Publication 811-1-1 de la CEI.

#### 8.1.4 Mode opératoire pour tronçons de câble complet

Trois tronçons de câble complet d'environ 200 mm de long sont prélevés de préférence près de ceux qui ont été prélevés pour l'essai de traction sans vieillissement (voir Publication 811-1-1 de la CEI).

Les tronçons de câble doivent être suspendus verticalement, pratiquement au milieu de l'étuve, à au moins 20 mm les uns des autres, sans occuper plus de 2% du volume de l'étuve.

## 8. Thermal ageing methods

### 8.1 Ageing in an air oven

#### 8.1.1 General

An ageing treatment in an air oven may be required by the relevant cable standard:

- a) for prepared test pieces (see Sub-clause 8.1.3);
- b) for pieces of complete cable (see Sub-clause 8.1.4);
- c) for the loss of mass test (see IEC Publication 811-3-2: Common Test Methods for Insulating and Sheathing Material of Electric Cables, Part 3: Methods Specific to PVC Compounds. Section Two — Loss of Mass Test — Thermal Stability Test. (In preparation.))

The ageing test *a)* and the loss of mass test *c)* may be combined and carried out on the same test pieces.

#### 8.1.2 Equipment

An oven with natural air flow or air flow by pressure. The air shall enter the oven in such a way that it flows over the surface of the test pieces and leaves near the top of the oven. The oven shall have not less than 8 and not more than 20 complete air changes per hour at the specified ageing temperature.

Two methods of measuring the rate of air flow through an oven are given in Sub-clause 8.4.

A fan shall not be used inside the oven.

#### 8.1.3 Procedure for prepared test pieces

The ageing shall be carried out in an atmosphere having the composition and pressure of the ambient air.

The test pieces, as specified in Clause 9 of IEC Publication 811-1-1: Common Test Methods for Insulating and Sheathing Materials of Electric Cables, Part 1: Methods for General Application. Section One — Measurements of Thickness and Overall Measurements of Thickness and Overall Dimensions — Tests for Determining the Mechanical Properties (in preparation), shall be suspended vertically and substantially in the middle of the oven so that each piece is at least 20 mm from any other piece.

If any of the test pieces are to be used for the loss of mass test, the test pieces shall not occupy more than 0.5% of the volume of the oven.

The test pieces shall be kept in the oven at the temperature and for the time specified for the material in the relevant standard for the type of cable.

Compounds of substantially different compositions shall not be tested at the same time.

As soon as the ageing period is completed, the test piece shall be removed from the oven and left at ambient temperature, avoiding direct sunlight, for at least 16 h. The tensile test shall then be carried out in accordance with Sub-clauses 9.1.6 and 9.1.7 of IEC Publication 811-1-1.

#### 8.1.4 Procedure for pieces of complete cable

Three pieces of complete cable about 200 mm long shall be taken, preferably from positions close to that from which the samples for the tensile tests without ageing (see IEC Publication 811-1-1) are taken.

The pieces of cable shall be suspended vertically and substantially in the middle of the oven at least 20 mm away from any other piece and shall not occupy more than 2% of the volume of the oven.

Les tronçons doivent être laissés dans l'étuve à la température et pendant le temps spécifiés dans la norme particulière au type de câble considéré.

Aussitôt après la période de vieillissement, on retire les éprouvettes de l'étuve et on les laisse, pendant 16 h au moins, à la température ambiante, en évitant la lumière solaire directe.

On dépouille ensuite les trois tronçons de câble. On prépare deux éprouvettes à partir de l'enveloppe isolante de chaque conducteur (en se limitant à trois conducteurs) et de la gaine de chaque échantillon de câble, comme spécifié à l'article 9 de la Publication 811-1-1 de la CEI. De cette façon, on a six éprouvettes de chaque enveloppe isolante et de la gaine.

S'il est nécessaire de couper ou de meuler les éprouvettes afin de réduire leur épaisseur à 2 mm au plus, on effectue dans la mesure du possible la coupe ou le meulage sur la face opposée au matériau de type différent dans le câble complet. S'il est nécessaire de couper ou de meuler des arêtes sur la face en regard du matériau de type différent, le matériau éliminé doit être limité au minimum nécessaire pour l'obtention d'une surface lisse.

Après avoir mesuré leurs sections et effectué le conditionnement, les éprouvettes sont soumises à l'essai de traction, conformément à l'article 9 de la Publication 811-1-1 de la CEI.

### 8.2 *Vieillissement dans la bombe à air*

Les éprouvettes, réalisées conformément à l'article 9 de la Publication 811-1-1 de la CEI sont placées dans une bombe à air à la température ambiante sans qu'elles se touchent. Les éprouvettes ne doivent pas occuper un volume de plus du dixième de la capacité effective de la bombe.

Des mélanges nettement différents ne doivent pas être essayés simultanément.

On remplit la bombe d'un air exempt d'huile et d'humidité, en portant la pression à  $0,55 \pm 0,02$  MPa.

Les éprouvettes sont maintenues dans la bombe à la température et pendant le temps spécifiés pour le matériau, dans la norme particulière au type de câble considéré.

Aussitôt après la période de vieillissement, on laisse tomber graduellement la pression, en 5 min au moins, jusqu'à la pression atmosphérique, afin d'éviter la formation de porosités dans les éprouvettes.

On retire ensuite les éprouvettes de la bombe et on les laisse, pendant 16 h au moins, à la température ambiante, en évitant la lumière solaire directe.

L'essai de traction est ensuite effectué conformément aux paragraphes 9.1.6 et 9.1.7 de la Publication 811-1-1 de la CEI.

### 8.3 *Vieillissement dans la bombe à oxygène*

Les éprouvettes réalisées conformément à l'article 9 de la Publication 811-1-1 de la CEI sont placées dans une bombe à oxygène à la température ambiante sans qu'elles se touchent. Les éprouvettes ne doivent pas occuper un volume de plus du dixième de la capacité effective de la bombe.

Des mélanges nettement différents ne doivent pas être essayés simultanément.

La bombe est remplie d'oxygène commercial, d'une pureté d'au moins 97% à la pression de  $2,1 \pm 0,07$  MPa.

Les éprouvettes sont maintenues dans la bombe à la température et pendant le temps spécifiés, pour le matériau, dans la norme particulière au type de câble considéré.

Aussitôt après la période de vieillissement, on laisse tomber graduellement la pression, en 5 min au moins, jusqu'à la pression atmosphérique, afin d'éviter la formation de porosités dans les éprouvettes.



The pieces of cable shall be kept in the oven at the temperature and for the time specified in the relevant standard for the type of cable.

As soon as the specified heating period is completed, the pieces of cable shall be removed from the oven and left at ambient temperature, avoiding direct sunlight, for at least 16 h.

The three pieces of cable shall then be dismantled. Two test pieces shall be prepared from the insulation of each core (up to a maximum of three cores) and from the sheath of each piece of cable, as specified in Clause 9 of IEC Publication 811-1-1 so that there are six test pieces from each core and from the sheath.

If the test pieces need to be cut or ground to reduce their thickness to not more than 2 mm, this operation shall be effected, so far as possible, on the side which was not facing a material of different type in the complete cable. If ridges must be cut or ground on the side which was facing the different type of material, the material removed on that side shall be the minimum compatible with adequate smoothing.

After measurement of their cross-sectional areas and conditioning has been carried out, the test pieces shall be subjected to the tensile test, in accordance with Clause 9 of IEC Publication 811-1-1.

### 8.2 *Ageing in an air bomb*

Test pieces, as specified in Clause 9 of IEC Publication 811-1-1 shall be placed in an air bomb at room temperature without touching each other. The test pieces shall not occupy more than one-tenth of the effective capacity of the bomb.

Compounds of substantially different compositions shall not be tested at the same time.

The bomb shall be filled with air, which shall be free from oil and moisture, to a pressure of  $0.55 \pm 0.02$  MPa.

The test pieces shall be kept in the bomb at the temperature and for the time specified for the material in the standard for the type of cable.

As soon as the ageing period is completed, the pressure shall be released gradually so as to reach atmospheric pressure in not less than 5 min, in order to avoid formation of porosity in the test pieces.

The test pieces shall then be removed from the bomb and left at ambient temperature, avoiding direct sunlight, for at least 16 h.

The tensile test shall then be carried out in accordance with Sub-clauses 9.1.6 and 9.1.7 of IEC Publication 811-1-1.

### 8.3 *Ageing in an oxygen bomb*

Test pieces as specified in Clause 9 of IEC Publication 811-1-1 shall be placed in the bomb at room temperature without touching each other. They shall not occupy more than one-tenth of the effective capacity of the bomb.

Compounds of substantially different compositions shall not be tested at the same time.

The bomb shall be filled with commercial oxygen of not less than 97% purity to a pressure of  $2.1 \pm 0.07$  MPa.

The test pieces shall be kept in the bomb at the temperature and for the time specified for the material in the standard for the type of cable.

As soon as the ageing period is completed, the pressure shall be released gradually so as to reach atmospheric pressure in not less than 5 min, in order to avoid formation of porosity in the test pieces.

On retire ensuite les éprouvettes de la bombe et on les laisse, pendant 16 h au moins, à la température ambiante, en évitant la lumière solaire directe.

L'essai de traction est ensuite effectué conformément aux paragraphes 9.1.6 et 9.1.7 de la Publication 811-1-1 de la CEI.

#### 8.4 Méthodes de mesure du débit d'air dans les étuves

##### 8.4.1 Méthode 1 — Méthode indirecte ou méthode de la consommation de puissance

- a) Dans cette méthode, le surplus de puissance nécessaire pour maintenir l'étuve à une température donnée avec ses ouvertures de ventilation ouvertes, par rapport à la puissance nécessaire pour maintenir l'étuve à la même température avec ses ouvertures fermées, est utilisé comme mesure de la quantité d'air traversant l'étuve lorsque les ouvertures sont ouvertes. La puissance moyenne ( $P_1$  watts) nécessaire pour maintenir la température de l'étuve à la température de vieillissement prescrite, lorsque les ouvertures de ventilation sont ouvertes, est déterminée pendant une période de 30 min ou plus. Les ouvertures de ventilation (et, si nécessaire, l'ouverture pour le thermomètre) sont alors fermées et la puissance moyenne ( $P_2$  watts) nécessaire pour maintenir la même température pendant la même durée est déterminée. Il est essentiel que la différence entre la température de l'étuve et la température ambiante soit, à 0,2 °C près, la même pour les deux essais. La température ambiante doit être mesurée en un point situé à peu près à 2 m de l'étuve, approximativement au niveau de sa base, et à une distance d'au moins 0,6 m de tout objet solide.
- b) La quantité d'air traversant l'étuve, lorsque ses ouvertures de ventilation sont ouvertes, est donnée par les formules:

$$m = \frac{P_1 - P_2}{C_p (t_2 - t_1)} \quad (1)$$

$$V = \frac{3\,600\,m}{d} \quad (2)$$

où:

$C_p$  est la chaleur spécifique de l'air à pression constante (1,003 J/g)

$t_1$  est la température ambiante, en degrés Celsius

$t_2$  est la température de l'étuve, en degrés Celsius

$P_1 - P_2$  est la différence de consommation de puissance, comme défini au premier alinéa

$m$  est la masse de l'air, en grammes par seconde

$V$  est le volume de l'air, en litres par heure

$d$  est la masse volumique de l'air dans le laboratoire au moment de l'essai, en grammes par litre

Note. — La masse volumique de l'air à 760 mm Hg et à 20 °C est de 1,205 g/l.

Donc: 
$$V = \frac{3\,600 (P_1 - P_2)}{1,003 d (t_2 - t_1)} \quad \text{ou} \quad V = \frac{3\,590 (P_1 - P_2)}{d (t_2 - t_1)}$$

Cette formule suppose que, quand les ouvertures sont fermées, l'air ne traverse pas l'étuve. Pour cette raison, il ne doit pas y avoir de fuites; le joint d'étanchéité de la porte doit être scellé au moyen d'un ruban adhésif et toutes les ouvertures, y compris la fenêtre d'entrée, doivent être fermées de façon efficace.

- c) Si l'on utilise un wattmètre pour mesurer la puissance consommée, le temps total, en secondes, pendant lequel les éléments chauffants de l'étuve sont en circuit doit être mesuré avec un chronomètre, et la lecture du wattmètre doit être faite une fois pendant chaque période de mise en circuit.

La moyenne des lectures, en watts, multipliée par le temps total enregistré par le chronomètre et divisée par la durée de l'essai, en secondes, est prise comme puissance, en watts, nécessaire pour maintenir une température constante.

- d) Si l'on utilise un wattheuremètre ou un kilowattheuremètre, la lecture de la consommation totale d'énergie enregistrée par l'appareil doit être divisée par la durée de l'essai, mesurée comme

The test pieces shall then be removed from the bomb and left at ambient temperature, avoiding direct sunlight, for at least 16 h.

The tensile test shall then be carried out in accordance with Sub-clauses 9.1.6 and 9.1.7 of IEC Publication 811-1-1.

#### 8.4 Methods of measuring air flow in ovens

##### 8.4.1 Method 1 — Indirect or power consumption method

a) In this method, the additional power required to maintain the oven at a given temperature with its ports open, over that required to maintain the oven at the same temperature with its ports closed, is used as a measure of the quantity of air passing through the oven when the ports are open. The average power ( $P1$  watts) required to maintain the oven temperature at the specified ageing temperature when the ports are open is determined over a period of 30 min or longer. The ventilation ports (and, if necessary, the thermometer aperture) are then closed and the average power ( $P2$  watts) to maintain the same temperature over a similar period is determined. It is essential that the difference between the oven temperature and the room temperature should be the same for the two tests to within  $0.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ . The room temperature should be measured at a point about 2 m from the oven, approximately level with its base, and at least 0.6 m from any solid objects.

b) The amount of air passing through the oven when the ports are open is given by the formulae:

$$m = \frac{P1 - P2}{C_p (t_2 - t_1)} \quad (1)$$

$$V = \frac{3\,600\,m}{d} \quad (2)$$

where:

$C_p$  is the specific heat of air constant pressure (1.003 J/g)

$t_1$  is the room temperature, in degrees Celsius

$t_2$  is the oven temperature, in degrees Celsius

$P1 - P2$  is the difference in power consumption, as defined in the first paragraph

$m$  is the mass of air, in grams per second

$V$  is the volume of air, in litres per hour

$d$  is the density of air in the laboratory at the time of test, in grams per litre

Note. — The density of air at 760 mm Hg and  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  is 1.205 g/l.

Hence: 
$$V = \frac{3\,600 (P1 - P2)}{1.003 d (t_2 - t_1)} \quad \text{or} \quad V = \frac{3\,590 (P1 - P2)}{d (t_2 - t_1)}$$

This formula assumes that, when the ports are closed, no air passes through the oven. Therefore, there shall be no leakages; the air-tight door joint should be sealed with adhesive tape and all apertures, including the inlet port, should be effectively closed.

c) If the power consumption is measured with a wattmeter, the total length of time, in seconds, for which the oven heaters are "on" shall be measured with a stop-watch and the reading of the wattmeter shall be taken once during each "on" period.

The average of the wattage readings multiplied by the total time registered by the stop-watch and divided by the duration of the test, in seconds, is taken as the power, in watts, required to maintain a constant temperature.

d) If a watt-hour or kilowatt-hour meter is used, the reading of the total energy consumption registered by the meter shall be divided by the duration of the test, measured as a fraction of an

fraction d'une heure. Si l'on utilise un kilowattheuremètre à usage domestique, les unités de cadran sont trop grandes pour permettre d'obtenir une précision suffisante pour une période d'essai raisonnablement courte et on doit alors se servir du disque de rotation de ces appareils pour indiquer la consommation d'énergie. L'appareil doit fonctionner jusqu'à ce que la marque du disque se trouve en face du centre de la vitre; ensuite, il doit être déconnecté jusqu'au commencement de l'essai.

Afin de réduire l'erreur possible, on doit prendre une période d'essai suffisamment longue pour permettre environ 100 tours du disque, et il est préférable d'arrêter l'essai lorsque la marque du disque est visible. Si la marque n'est cependant pas visible à la fin de l'essai, on ajoute une fraction de tour estimée. L'essai doit être commencé et terminé aux points correspondants des positions «fermée et ouverte» du cycle de chauffage (c'est-à-dire au moment où les éléments chauffants sont enclenchés par le thermostat).

#### 8.4.2 Méthode 2 — Méthode directe et continue

##### *Description du matériel*

En partant de la source d'air comprimé, c'est-à-dire d'une canalisation ou de bouteilles d'air:

##### *a) Détendeur de pression*

Dispositif destiné à ramener une pression d'alimentation élevée aux faibles valeurs nécessaires à l'alimentation de l'étuve.

Il est pourvu d'une soupape réglable qui permet d'obtenir une pression constante en aval.

##### *b) Débitmètre*

Appareil permettant de mesurer le débit d'air. Il est représenté par la figure 1, page 16, et fonctionne sur un principe manométrique, avec:

- 1) Un tube capillaire étalonné, ayant un diamètre intérieur étalonné d'environ 2 mm et une longueur étalonnée d'environ 70 mm. La figure 2, page 17, donne un diagramme type d'étalonnage, lequel permet le contrôle du débit d'air jusqu'à 500 litres/h ou 600 litres/h.
- 2) Un tube manométrique avec une double échelle de différence de pression comprise entre 0 et  $\pm 300$  mm d'eau. Le liquide manométrique est de l'eau distillée.

##### *c) Etuve à air*

Etuve à air à employer après en avoir bien assuré l'étanchéité, en particulier celle du tube d'alimentation, qui doit de préférence pénétrer dans l'étuve par le fond. L'ouverture de sortie, qui devrait être au sommet de l'étuve, doit être le seul orifice ouvert.

*Note.* — Les deux points suivants facilitent la fiabilité de la méthode et du matériel.

- a)* Le débitmètre décrit ci-dessus peut être considéré comme parfaitement sûr, facile à construire et à étalonner, ainsi qu'approprié à la gamme des débits d'air mis en jeu.
- b)* Comme le montrent les essais, l'adoption de la ventilation légèrement «forcée» ne modifie pas, dans la pratique, l'uniformité de la température aux différents points des étuves.

hour. If a household kilowatt-hour meter is used, the dial units are too large to enable a sufficient accuracy to be obtained over a reasonably short test, and the rotating disc with which these meters are provided shall be used therefore as the power consumption indicator. The meter shall be put into operation until the index mark on the disc is opposite the centre of the window; it shall then be disconnected until the start of the test.

To reduce the possible error, the period of test shall be long enough to permit 100 revolutions of the disc and the test shall preferably be ended when the mark on the disc is visible. If, however, the mark is out of sight at the end of the test, an estimated fraction of a revolution shall be added. The test shall be started and stopped at corresponding points on the "on-off" heating cycle (e.g., at the moment when the heaters are switched on by the thermostat).

#### 8.4.2 Method 2 — Direct and continuous method

##### *Description of the equipment*

Starting from the high-pressure air source, i.e. from a pipe system or air cylinders:

##### *a) Air pressure regulator*

A device to reduce the air pressure from the many atmospheres of the supply mains to the quite low-pressure values needed for supplying the oven.

It is equipped with an adjustable valve which permits a constant pressure downstream.

##### *b) Flowmeter*

An instrument with which the rate of air flow can be measured. It is illustrated by Figure 1, page 16, and operates on a manometric principle, with:

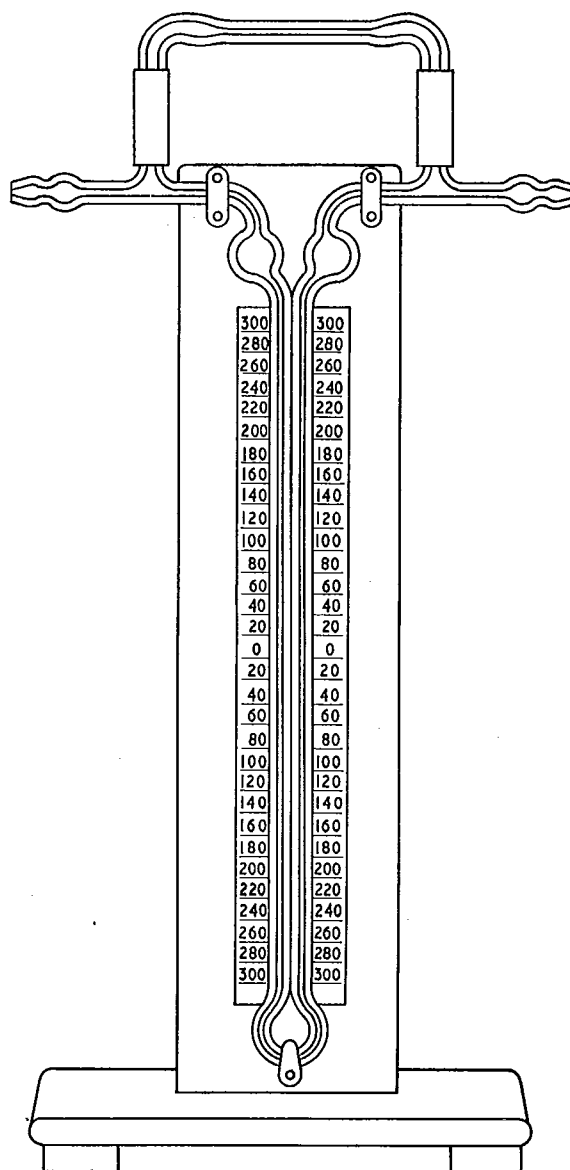
- 1) A calibrated capillary tube, with an internal calibrated diameter of about 2 mm and a calibrated length of about 70 mm. Figure 2, page 17, shows a typical calibration diagram, which permits the control of air flow up to 500 litres/h or 600 litres/h.
- 2) A manometric tube with a double graduation of pressure difference ranging between 0 and  $\pm 300$  mm of water. Distilled water is the manometric liquid.

##### *c) Air oven*

An air oven to be operated when carefully sealed, including sealing round the inlet tube, which should preferably enter the oven through the bottom. The outflow hole, which should be at the top of the oven, is the only port to be open.

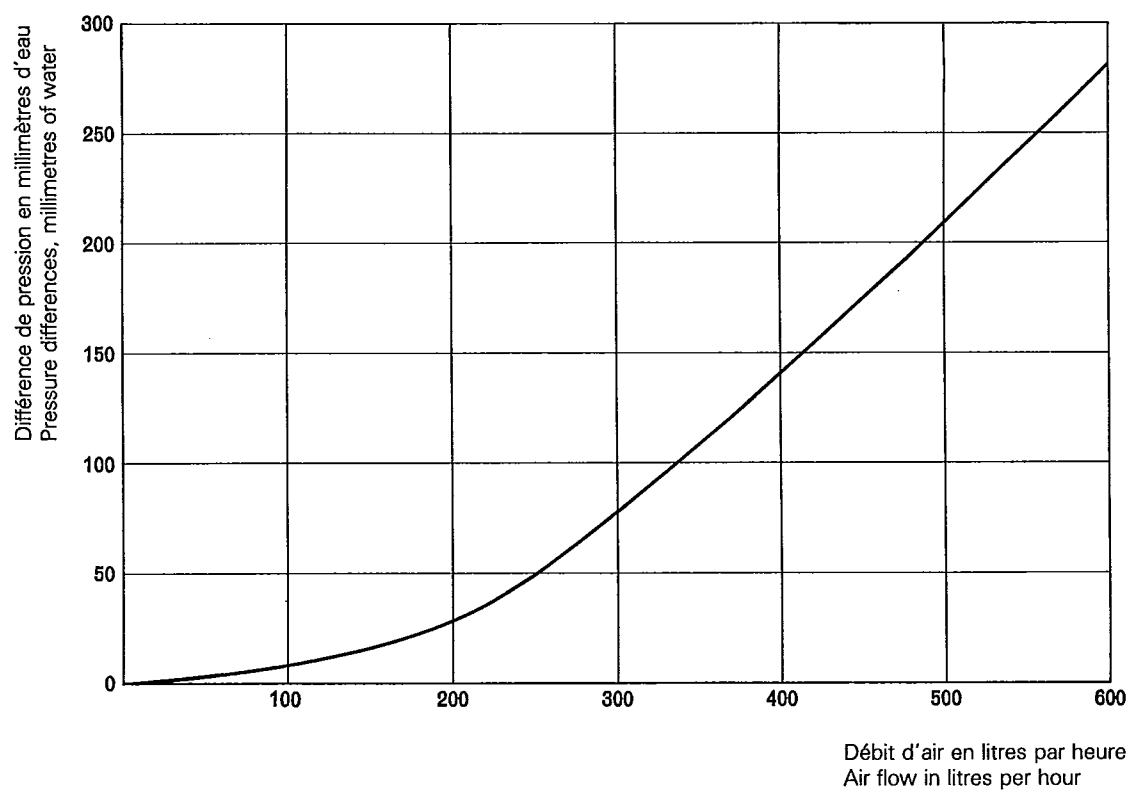
*Note.* — The following two features facilitate the reliability of the method and the equipment.

- a)* The flowmeter described above can be considered as fully reliable, easy to manufacture and to calibrate, as well as suitable for the range of air rates involved here.
- b)* As shown by tests the adoption of a slightly "forced" ventilation does not alter, in practice, the uniformity of the temperature at the various points in the ovens.



181/76

FIG. 1.— Débitmètre pour le contrôle du débit d'air dans les étuves par la méthode 2.  
Flowmeter for air-flow control in air ovens for method 2.



129/85

FIG. 2.— Diagramme d'étalonnage du tube capillaire (diamètre:  $d = 2$  mm; longueur:  $l = 70$  mm) du débitmètre pour le contrôle du débit d'air dans les étuves par la méthode 2.  
Calibration diagram of the capillary tube (diameter:  $d = 2$  mm; length:  $l = 70$  mm) of the flowmeter for air-flow control in air ovens for method 2.

## ANNEXE A

CORRESPONDANCE ENTRE LES ARTICLES ET PARAGRAPHES DES PUBLICATIONS  
538 ET 540 DE LA CEI ET DE LA PUBLICATION 811 DE LA CEI

## A1. Correspondance entre les articles et les paragraphes des Publications 538 et 811 de la CEI

Titre de l'article dans la Publication 538*	538	811		
	Article ou paragraphe	Partie	Section	Article ou paragraphe
Généralités . . . . .	1	Toutes	Toutes	1 à 7
Caractéristiques mécaniques de l'isolant . . . . .	2	1	1	9.1
Caractéristiques mécaniques de la gaine . . . . .	3	1	1	9.2
Indice de fluidité à chaud (IF) . . . . .	4	4	1	10
Masse volumique . . . . .	5	1	3	8
Essai de vieillissement de l'enveloppe isolante et de la gaine . . . . .	6.1	1	2	8
Essai de retrait de l'enveloppe isolante . . . . .	6.2	1	3	10
Essai de flexion à basse température				
enveloppe isolante . . . . .	6.3.1	1	4	8.1
gaine . . . . .	6.3.2	1	4	8.2
Détermination de la teneur en noir de carbone et/ou en charges minérales . . . . .	7	4	1	11
Mesure des épaisseurs et des diamètres . . . . .	Annexe A	1	1	8
Indice de fluidité à chaud . . . . .	Annexe B	4	1	10
Titre de l'article dans la Publication 538A**	538A	811		
	Article	Partie	Section	Article
Essai d'enroulement après vieillissement thermique dans l'air . . . . .	1	4	1	9
Résistance aux craquelures sous contraintes dues à l'environnement . . . . .	2	4	1	8

\* Publication 538: Câbles, fils et cordons électriques: Méthodes d'essai pour isolants et gaines en polyéthylène.

\*\* Publication 538A: Premier complément à la Publication 538 (1976): Méthodes supplémentaires d'essai des polyéthylènes utilisés comme isolant et gaine de câbles électriques, fils et cordons utilisés dans l'équipement de télécommunication et dans les dispositifs employant des techniques similaires.



## APPENDIX A

CORRESPONDING CLAUSES AND SUB-CLAUSES IN IEC PUBLICATIONS 538 AND 540  
AND IEC PUBLICATION 811

## A1. Corresponding clauses or sub-clauses in IEC Publications 538 and 811

Heading of clause in Publication 538*	538	811		
	Clause or sub-clause	Part	Section	Clause or sub-clause
General . . . . .	1	All	All	1 to 7
Mechanical properties of insulation . . . . .	2	1	1	9.1
Mechanical properties of sheath . . . . .	3	1	1	9.2
Melt flow index (MFI) . . . . .	4	4	1	10
Density . . . . .	5	1	3	8
Ageing test for insulation and sheath . . . . .	6.1	1	2	8
Shrinkage test for insulation . . . . .	6.2	1	3	10
Bending test at low temperature insulation . . . . .	6.3.1	1	4	8.1
sheath . . . . .	6.3.2	1	4	8.2
Carbon black and/or mineral filler content . . . . .	7	4	1	11
Measurement of thicknesses and diameters . . . . .	Appendix A	1	1	8
Melt flow index . . . . .	Appendix B	4	1	10
Heading of clause in Publication 538A**	538A	811		
	Clause	Part	Section	Clause
Wrapping test after thermal ageing in air . . . . .	1	4	1	9
Resistance to environmental stress cracking . . . . .	2	4	1	8

\* Publication 538: Electric Cables, Wires and Cords: Methods of Test for Polyethylene Insulation and Sheath.

\*\* Publication 538A: First Supplement to Publication 538 (1976): Additional Methods of Test for Polyethylene Insulation and Sheath of Electric Cables, Wires and Cords Used in Telecommunication Equipment and in Devices Employing Similar Techniques.

## A2. Correspondance entre les articles des Publications 540 et 811 de la CEI

Titre de l'article dans la Publication 540*	540	811		
	Article	Partie	Section	Article
Essais de décharges partielles . . . . .	3	—	—	—
Mesure des épaisseurs et des diamètres** . . . . .	4	1	1	8
Détermination des propriétés mécaniques des mélanges pour enveloppes isolantes et gaines . . . . .	5	1	1	9
Méthodes de vieillissement thermique . . . . .	6	1	2	8
Essai de perte de masse des enveloppes isolantes et gaines de PVC . . . . .	7	3	2	8
Essai de pression à température élevée pour enveloppes isolantes et gaines de PVC . . . . .	8	3	1	8
Essais à basse température pour enveloppes isolantes et gaines de PVC . . . . .	9	1	4	8
Essais de résistance à la fissuration des enveloppes isolantes et gaines de PVC . . . . .	10	3	1	9
Méthode de détermination de la masse volumique des mélanges élastomères et thermoplastiques . . . . .	11	1	3	8
Mesure de l'indice de fluidité à chaud du polyéthylène thermoplastique . . . . .	12	4	1	9
Essai de résistance à l'ozone . . . . .	13	2	1	8
Essai d'allongement à chaud . . . . .	14	2	1	9
Essai de résistance à l'huile minérale pour les gaines à base d'élastomères . . . . .	15	2	1	10
Essais électriques pour les câbles, les conducteurs et les fils, pour une tension inférieure ou égale à 450/750 V . . . .	16	—	—	—
Stabilité thermique des enveloppes isolantes et des gaines de PVC . . . . .	17	3	2	9
Mesure dans le PE du taux de noir de carbone et/ou des charges minérales . . . . .	18	4	1	10
Essais d'absorption d'eau . . . . .	19	1	3	9
Essai de rétraction . . . . .	20	1	3	10

\* Publication 540: Méthodes d'essais pour les enveloppes isolantes et les gaines des câbles électriques rigides et souples (mélanges élastomères et thermoplastiques).

\*\* Techniquement non identique.

## A2. Corresponding clauses in IEC Publications 540 and 811

Heading of clause in Publication 540*	540	811		
	Clause	Part	Section	Clause
Partial discharge tests . . . . .	3	—	—	—
Measurement of thicknesses and diameters** . . . . .	4	1	1	8
Tests for determining the mechanical properties of insulating and sheathing compounds . . . . .	5	1	1	9
Thermal ageing methods . . . . .	6	1	2	8
Loss of mass test for PVC insulations and sheaths . . . . .	7	3	2	8
Pressure test at high temperature for PVC insulations and sheaths . . . . .	8	3	1	8
Tests at low temperature for PVC insulations and sheaths . . . . .	9	1	4	8
Tests for resistance of PVC insulations and sheaths to cracking . . . . .	10	3	1	9
Method for determining the density of elastomeric and thermoplastic compounds . . . . .	11	1	3	8
Measurement of the melt flow index of thermoplastic polyethylene . . . . .	12	4	1	9
Ozone resistance test . . . . .	13	2	1	8
Hot set test . . . . .	14	2	1	9
Mineral oil immersion test for elastomeric sheaths . . . . .	15	2	1	10
Electrical tests for cables, cords and wires for voltages up to and including 450/750 V . . . . .	16	—	—	—
Thermal stability of PVC insulations and sheaths . . . . .	17	3	2	9
Carbon black and/or mineral filler content measurement in PE . . . . .	18	4	1	10
Water absorption tests . . . . .	19	1	3	9
Shrinkage test . . . . .	20	1	3	10

\* Publication 540: Test Methods for Insulations and Sheaths of Electric Cables and Cords (Elastomeric and Thermoplastic Compounds).

\*\* Technically not identical.

**Publications de la CEI préparées  
par le Comité d'Études n° 20**

- 55: — Câbles isolés au papier imprégné sous gaine métallique pour des tensions assignées inférieures ou égales à 18/30 kV (avec âmes conductrices en cuivre ou aluminium et à l'exclusion des câbles à pression de gaz et à huile fluide).
- 55-1 (1978) Première partie: Essais.
- 55-2 (1981) Deuxième partie: Généralités et exigences de construction.
- 141: — Essais de câbles à huile fluide, à pression de gaz et de leurs dispositifs accessoires.
- 141-1 (1976) Première partie: Câbles au papier à huile fluide et à gaine métallique et accessoires pour des tensions alternatives inférieures ou égales à 400 kV.
- 141-2 (1963) Deuxième partie: Câbles à pression de gaz interne et accessoires pour des tensions alternatives inférieures ou égales à 275 kV.  
Modification n° 1 (1967).
- 141-3 (1963) Troisième partie: Câbles à pression de gaz externe (à compression de gaz) et accessoires pour des tensions alternatives inférieures ou égales à 275 kV.  
Modification n° 1 (1967).
- 141-4 (1980) Quatrième partie: Câble à huile fluide en tuyau à isolation de papier imprégné sous forte pression d'huile et accessoires pour des tensions alternatives inférieures ou égales à 400 kV.
- 173 (1964) Couleurs pour les conducteurs des câbles souples.
- 183 (1984) Guide pour le choix des câbles à haute tension.
- 227: — Conducteurs et câbles isolés au polychlorure de vinyle, de tension nominale au plus égale à 450/750 V.
- 227-1 (1979) Première partie: Prescriptions générales.
- 227-2 (1979) Deuxième partie: Méthodes d'essais.
- 227-3 (1979) Troisième partie: Conducteurs pour installations fixes.
- 227-4 (1979) Quatrième partie: Câbles sous gaine pour installations fixes.
- 227-5 (1979) Cinquième partie: Câbles souples.
- 227-6 (1981) Sixième partie: Câbles pour ascenseurs et câbles pour connexions souples.
- 228 (1978) Ames des câbles isolés.
- 228A (1982) Premier complément: Guide pour les limites dimensionnelles des âmes circulaires.
- 229 (1982) Essais sur les gaines extérieures des câbles, qui ont une fonction spéciale de protection et sont appliquées par extrusion.
- 230 (1966) Essais de choc des câbles et de leurs accessoires.
- 245: — Conducteurs et câbles isolés au caoutchouc, de tension nominale au plus égale à 450/750 V.
- 245-1 (1980) Première partie: Prescriptions générales.
- 245-2 (1980) Deuxième partie: Méthodes d'essais.
- 245-3 (1980) Troisième partie: Conducteurs isolés au silicone, résistant à la chaleur.
- 245-4 (1980) Quatrième partie: Câbles souples.
- 245-5 (1980) Cinquième partie: Câbles souples pour ascenseurs.
- 245-6 (1980) Sixième partie: Câbles souples pour électrodes de soudage à l'arc.
- 287 (1982) Calcul du courant admissible dans les câbles en régime permanent (facteur de charge 100%).
- 331 (1970) Caractéristiques des câbles électriques résistant au feu.
- 332: — Essais des câbles électriques soumis au feu.
- 332-1 (1979) Première partie: Essai effectué sur un câble vertical.
- 332-3 (1982) Troisième partie: Essais sur câbles en nappes.  
Modification n° 1 (1984).
- 502 (1983) Câbles de transport d'énergie isolés par diélectriques massifs extrudés pour des tensions assignées de 1 kV à 30 kV.  
Modification n° 1 (1984).
- 540 (1982) Méthodes d'essais pour les enveloppes isolantes et les gaines de câbles électriques rigides et souples (mélanges élastomères et thermoplastiques).
- 541 (1976) Comparaison des câbles souples de la CEI et des câbles souples de l'Amérique du Nord.
- 702 (1981) Câbles à isolant minéral de tension nominale ne dépassant pas 750 V.

(Suite au verso)

**IEC publications prepared  
by Technical Committee No. 20**

- 55: — Paper-insulated metal-sheathed cables for rated voltages up to 18/30 kV (with copper or aluminium conductors and excluding gas-pressure and oil-filled cables).
- 55-1 (1978) Part 1: Tests.
- 55-2 (1981) Part 2: General and construction requirements.
- 141: — Tests on oil-filled and gas-pressure cables and their accessories.
- 141-1 (1976) Part 1: Oil-filled, paper-insulated, metal-sheathed cables and accessories for alternating voltages up to and including 400 kV.
- 141-2 (1963) Part 2: Internal gas-pressure cables and accessories for alternating voltages up to 275 kV.  
Amendment No. 1 (1967).
- 141-3 (1963) Part 3: External gas-pressure (gas compression) cables and accessories for alternating voltages up to 275 kV.  
Amendment No. 1 (1967).
- 141-4 (1980) Part 4: Oil-impregnated paper-insulated high pressure oil-filled pipe-type cables and accessories for alternating voltages up to and including 400 kV.
- 173 (1964) Colours of the cores of flexible cables and cords.
- 183 (1984) Guide to the selection of high-voltage cables.
- 227: — Polyvinyl chloride insulated cables of rated voltages up to and including 450/750 V.
- 227-1 (1979) Part 1: General requirements.
- 227-2 (1979) Part 2: Test methods.
- 227-3 (1979) Part 3: Non-sheathed cables for fixed wiring.
- 227-4 (1979) Part 4: Sheathed cables for fixed wiring.
- 227-5 (1979) Part 5: Flexible cables (cords).
- 227-6 (1981) Part 6: Lift cables and cables for flexible connections.
- 228 (1978) Conductors of insulated cables.
- 228A (1982) First supplement: Guide to the dimensional limits of circular conductors.
- 229 (1982) Tests on cable oversheaths which have a special protective function and are applied by extrusion.
- 230 (1966) Impulse tests on cables and their accessories.
- 245: — Rubber insulated cables of rated voltages up to and including 450/750 V.
- 245-1 (1980) Part 1: General requirements.
- 245-2 (1980) Part 2: Test methods.
- 245-3 (1980) Part 3: Heat resistant silicone insulated cables.
- 245-4 (1980) Part 4: Cords and flexible cables.
- 245-5 (1980) Part 5: Lift cables.
- 245-6 (1980) Part 6: Arc welding electrode cables.
- 287 (1982) Calculation of the continuous current rating of cables (100% load factor).
- 331 (1970) Fire-resisting characteristics of electric cables.
- 332: — Tests on electric cables under fire conditions.
- 332-1 (1979) Part 1: Test on a single vertical insulated wire or cable.
- 332-3 (1982) Part 3: Tests on bunched wires or cables.  
Amendment No. 1 (1984).
- 502 (1983) Extruded solid dielectric insulated power cables for rated voltages from 1 kV to 30 kV.  
Amendment No. 1 (1984).
- 540 (1982) Test methods for insulations and sheaths of electric cables and cords (elastomeric and thermoplastic compounds).
- 541 (1976) Comparative information on IEC and North American flexible cord types.
- 702 (1981) Mineral insulated cables with a rated voltage not exceeding 750 V.

(Continued overleaf)

**Publications de la CEI préparées  
par le Comité d'Etudes n° 20 (suite)**

- 719 (1981) Calcul des valeurs minimales et maximales des dimensions extérieures moyennes des conducteurs et câbles à âmes circulaires en cuivre et de tension nominale au plus égale à 450/750 V.
- 724 (1984) Guide aux limites de température de court-circuit des câbles électriques de tension assignée au plus égale à 0,6/1,0 kV.
- 754: — Essai des gaz émis lors de la combustion des câbles électriques.
- 754-1 (1982) Première partie: Détermination de la quantité de gaz acide halogéné émis lors de la combustion d'un matériau polymérisé prélevé sur un câble.
- 800 (1984) Câbles chauffants de tension nominale 300/500 V pour le chauffage des locaux et la protection contre la formation de glace.
- 811: — Méthodes d'essais communes pour les matériaux d'isolation et de gainage des câbles électriques.
- 811-1-2 (1985) Première partie: Méthodes d'application générale. Section deux — Méthodes de vieillissement thermique.
- 811-1-3 (1985) Section trois — Méthodes de détermination de la masse volumique — Essais d'absorption d'eau — Essai de rétraction.
- 811-1-4 (1985) Section quatre — Essais à basse température.
- 811-4-1 (1985) Quatrième partie: méthodes spécifiques pour les mélanges polyéthylène et polypropylène. Section un — Résistance aux craquelures sous contraintes dues à l'environnement. Essai d'enroulement après vieillissement thermique dans l'air. Mesure de l'indice de fluidité à chaud. Mesure dans le PE du taux de noir de carbone et/ou des charges minérales.

**IEC publications prepared  
by Technical Committee No. 20 (continued)**

- 719 (1981) Calculation of the lower and upper limits for the average outer dimensions of cables with circular copper conductors and of rated voltages up to and including 450/750 V.
- 724 (1984) Guide to the short-circuit temperature limits of electric cables with a rated voltage not exceeding 0.6/1.0 kV.
- 754: — Test on gases evolved during combustion of electric cables.
- 754-1 (1982) Part 1: Determination of the amount of halogen acid gas evolved during the combustion of polymeric materials taken from cables.
- 800 (1984) Heating cables with a rated voltage of 300/500 V for comfort heating and prevention of ice formation.
- 811: — Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables.
- 811-1-2 (1985) Part 1: Methods for general application. Section Two — Thermal ageing methods.
- 811-1-3 (1985) Section Three — Methods for determining the density — Water absorption tests — Shrinkage test.
- 811-1-4 (1985) Section Four — Tests at low temperature.
- 811-4-1 (1985) Part 4: Methods specific to polyethylene and polypropylene compounds. Section One — Resistance to environmental stress cracking. Wrapping test after thermal ageing in air. Measurement of the melt flow index. Carbon black and/or mineral filler content measurement in PE.

PRINTED IN SWITZERLAND

Publication 811-1-2

Computer typesetting and printing by Atar S.A., Geneva