

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60811-4-2

Deuxième édition
Second edition
2004-05

**Matériaux d'isolation et de gainage des câbles
électriques et optiques – Méthodes d'essais
communes –**

Partie 4-2:

Méthodes spécifiques pour les mélanges polyéthylène et polypropylène – Résistance à la traction et allongement à la rupture après conditionnement à température élevée – Essai d'enroulement après conditionnement à température élevée – Essai d'enroulement après vieillissement thermique dans l'air – Mesure de l'augmentation de masse – Essai de stabilité à long terme – Méthode d'essai pour l'oxydation catalytique par le cuivre

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

Part 4-2:

Methods specific to polyethylene and polypropylene compounds – Tensile strength and elongation at break after conditioning at elevated temperature – Wrapping test after conditioning at elevated temperature – Wrapping test after thermal ageing in air – Measurement of mass increase – Long-term stability test – Test method for copper-catalyzed oxidative degradation



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60811-4-2:2004

Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

Editions consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique. Des renseignements relatifs à cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- Site web de la CEI (www.iec.ch)
- Catalogue des publications de la CEI

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI (http://www.iec.ch/searchpub/cur_fut.htm) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.

- IEC Just Published

Ce résumé des dernières publications parues (http://www.iec.ch/online_news/justpub/jp_entry.htm) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.

- Service clients

Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

Email: custserv@iec.ch
Tél: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

Publication numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series. For example, IEC 34-1 is now referred to as IEC 60034-1.

Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Further information on IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology. Information relating to this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is also available from the following:

- IEC Web Site (www.iec.ch)
- Catalogue of IEC publications

The on-line catalogue on the IEC web site (http://www.iec.ch/searchpub/cur_fut.htm) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. On-line information is also available on recently issued publications, withdrawn and replaced publications, as well as corrigenda.

- IEC Just Published

This summary of recently issued publications (http://www.iec.ch/online_news/justpub/jp_entry.htm) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.

- Customer Service Centre

If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:

Email: custserv@iec.ch
Tel: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60811-4-2

Deuxième édition
Second edition
2004-05

**Matériaux d'isolation et de gainage des câbles
électriques et optiques – Méthodes d'essais
communes –**

Partie 4-2:

**Méthodes spécifiques pour les mélanges polyéthylène et
polypropylène – Résistance à la traction et allongement à la rupture
après conditionnement à température élevée – Essai d'enroulement
après conditionnement à température élevée – Essai d'enroulement
après vieillissement thermique dans l'air – Mesure de l'augmentation
de masse – Essai de stabilité à long terme – Méthode d'essai pour
l'oxydation catalytique par le cuivre**

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

Part 4-2:

**Methods specific to polyethylene and polypropylene compounds –
Tensile strength and elongation at break after conditioning at
elevated temperature – Wrapping test after conditioning at elevated
temperature – Wrapping test after thermal ageing in air –
Measurement of mass increase – Long-term stability test –
Test method for copper-catalyzed oxidative degradation**

© IEC 2004 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

International Electrotechnical Commission, 3, rue de Varembé, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: inmail@iec.ch Web: www.iec.ch



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

Q

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	4
1 Généralités	8
1.1 Domaine d'application	8
1.2 Références normatives	8
2 Termes et définitions	8
3 Valeurs d'essais	10
4 Application	10
5 Essais de type et autres essais	10
6 Préconditionnement	10
7 Valeur médiane	10
8 Résistance à la traction et allongement à la rupture après conditionnement à température élevée	10
8.1 Généralités	10
8.2 Méthode de conditionnement	10
8.3 Essais de résistance à la traction et d'allongement à la rupture après conditionnement à température élevée	12
8.4 Expression des résultats	12
9 Essai d'enroulement après conditionnement à température élevée	12
9.1 Généralités	12
9.2 Méthode de conditionnement	12
9.3 Méthode d'essai	12
9.4 Evaluation des résultats	12
10 Essai d'enroulement après vieillissement thermique dans l'air	12
10.1 Généralités	14
10.2 Appareillage	14
10.3 Echantillonnage	14
10.4 Méthode de vieillissement	14
10.5 Méthode d'essai	14
10.6 Evaluation des résultats	14
11 Augmentation de masse des enveloppes isolantes	16
11.1 Généralités	16
11.2 Echantillonnage	16
11.3 Méthode d'essai	16
11.4 Calcul	16
Annexe A (normative) Essai de stabilité à long terme	18
Annexe B (normative) Méthode d'essai pour la mesure de la dégradation par oxydation catalytique par le cuivre des conducteurs isolés aux polyoléfinés (contrôle du temps d'induction thermique (TIT))	24
Bibliographie	32
Figure B.1 – Représentation de l'endotherme de fusion pour l'indium	30
Figure B.2 – Evaluation du TIT à partir du thermogramme de base enregistré	30

CONTENTS

FOREWORD.....	5
1 General	9
1.1 Scope.....	9
1.2 Normative references	9
2 Terms and definitions	9
3 Test values.....	11
4 Applicability	11
5 Type tests and other tests.....	11
6 Pre-conditioning.....	11
7 Median value	11
8 Tensile strength and elongation at break after conditioning at elevated temperature	11
8.1 General	11
8.2 Conditioning procedure.....	11
8.3 Tensile strength and elongation tests after conditioning at elevated temperature.....	13
8.4 Expression of results	13
9 Wrapping test after conditioning at elevated temperature	13
9.1 General	13
9.2 Conditioning procedure.....	13
9.3 Test procedure	13
9.4 Evaluation of results	13
10 Wrapping test after thermal ageing in air.....	13
10.1 General	15
10.2 Apparatus.....	15
10.3 Sampling.....	15
10.4 Ageing procedure	15
10.5 Test procedure	15
10.6 Evaluation of results.....	15
11 Mass increase of insulation.....	17
11.1 General	17
11.2 Sampling.....	17
11.3 Test procedure	17
11.4 Calculation	17
Annex A (normative) Long-term stability test.....	19
Annex B (normative) Test method for copper-catalyzed oxidative degradation of polyolefin insulated conductors (Oxidation Induction Time (OIT) test)	25
Bibliography	33
Figure B.1 – Representative melting endotherm for Indium	31
Figure B.2 – Evaluation of OIT from recorded-time-based thermogram	31

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MATÉRIAUX D'ISOLATION ET DE GAINAGE DES CÂBLES ÉLECTRIQUES ET OPTIQUES – MÉTHODES D'ESSAIS COMMUNES –

Partie 4-2: Méthodes spécifiques pour les mélanges polyéthylène et polypropylène – Résistance à la traction et allongement à la rupture après conditionnement à température élevée – Essai d'enroulement après conditionnement à température élevée – Essai d'enroulement après vieillissement thermique dans l'air – Mesure de l'augmentation de masse – Essai de stabilité à long terme – Méthode d'essai pour l'oxydation catalytique par le cuivre

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60811-4-2 a été établie par le comité d'études 20 de la CEI: Câbles électriques.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition, publiée en 1990.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**INSULATING AND SHEATHING MATERIALS OF ELECTRIC
AND OPTICAL CABLES – COMMON TEST METHODS –****Part 4-2: Methods specific to polyethylene and
polypropylene compounds –
Tensile strength and elongation at break after conditioning at elevated
temperature – Wrapping test after conditioning at elevated temperature –
Wrapping test after thermal ageing in air –
Measurement of mass increase – Long-term stability test –
Test method for copper-catalyzed oxidative degradation**

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60811-4-2 has been prepared by IEC technical committee 20: Electric cables.

This second edition cancels and replaces the first edition, published in 1990.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

- a) Une mesure de la résistance à la traction est incluse dans l'Article 8.
- b) L'Article 10 est maintenant la seule méthode de la CEI 60811 pour l'essai d'enroulement après vieillissement thermique dans l'air.
- c) Deux conditions de vieillissement sont maintenant spécifiées pour l'essai de stabilité à long terme dans l'Annexe A.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
20/686/FDIS	20/695/RVD

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

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2008. A cette date, la publication sera

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

The principal changes with respect to the previous edition are listed below:

- a) A measurement of tensile strength is included in Clause 8.
- b) Clause 10 is now the only method in IEC 60811 for wrapping test after thermal ageing in air.
- c) Two ageing conditions are now specified for the long-term stability test in Annex A.

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

FDIS	Report on voting
20/686/FDIS	20/695/RVD

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

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2008. At this date, the publication will be

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

MATÉRIAUX D'ISOLATION ET DE GAINAGE DES Câbles ÉLECTRIQUES ET OPTIQUES – MÉTHODES D'ESSAIS COMMUNES –

Partie 4-2: Méthodes spécifiques pour les mélanges polyéthylène et polypropylène – Résistance à la traction et allongement à la rupture après conditionnement à température élevée – Essai d'enroulement après conditionnement à température élevée – Essai d'enroulement après vieillissement thermique dans l'air – Mesure de l'augmentation de masse – Essai de stabilité à long terme – Méthode d'essai pour l'oxydation catalytique par le cuivre

1 Généralités

1.1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60811 spécifie les méthodes d'essai à employer pour l'essai des matériaux polymères d'isolation et de gainage des câbles électriques et des câbles à fibres optiques pour la distribution d'énergie et de télécommunication, y compris les câbles utilisés à bord des navires, et pour les applications offshore.

1.2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60811-1-1:1993, *Méthodes d'essais communes pour les matériaux d'isolation et de gainage des câbles électriques – Partie 1: Méthodes d'application générale – Section 1: Mesure des épaisseurs et des dimensions extérieures – Détermination des propriétés mécaniques*

CEI 60811-1-3:1993, *Matériaux d'isolation et de gainage des câbles électriques – Partie 1: Application générale – Section 3: Méthodes de détermination de la masse volumique – Essais d'absorption d'eau – Essai de rétraction*

ISO 188, *Caoutchouc vulcanisé ou thermoplastique – Essai de résistance au vieillissement accéléré et à la chaleur (disponible seulement en anglais)*

2 Termes et définitions

Pour les besoins de la présente norme, la distinction entre le polyéthylène basse densité, moyenne densité et le PE haute densité, est faite selon les explications ci-après:

Type de polyéthylène	Densité à 23 °C ^a g/cm ³
Polyéthylène basse densité	≤ 0,925
Polyéthylène moyenne densité	> 0,925 ≤ 0,940
Polyéthylène haute densité	> 0,940
^a Les densités se rapportent aux résines non chargées et sont déterminées au moyen de la méthode définie à l'Article 8 de la CEI 60811-1-3.	

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

Part 4-2: Methods specific to polyethylene and polypropylene compounds –

**Tensile strength and elongation at break after conditioning at elevated
temperature – Wrapping test after conditioning at elevated temperature –
Wrapping test after thermal ageing in air –
Measurement of mass increase – Long-term stability test –
Test method for copper-catalyzed oxidative degradation**

1 General

1.1 Scope

This part of IEC 60811 specifies the test methods for testing polymeric insulating and sheathing materials of electric and optical fibre cables for power distribution and communications, including cables used on ships and in offshore applications. These test methods apply specifically to polyolefin insulation and sheath.

1.2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60811-1-1:1993, *Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables – Part 1: Methods for general application – Section 1: Measurement of thickness and overall dimensions – Tests for determining the mechanical properties*

IEC 60811-1-3:1993, *Insulating and sheathing materials of electric and optical cables – Part 1: General application – Section 3: Methods for determining the density – Water absorption tests – Shrinkage test*

ISO 188, *Rubber, vulcanized or thermoplastic – Accelerated ageing and heat-resistance tests*

2 Terms and definitions

For the purposes of this standard, a distinction is made between low density, medium density and high-density PE as shown below:

Type of polyethylene	Density at 23 °C ^a g/cm ³
Low-density polyethylene	≤ 0,925
Medium-density polyethylene	>0,925 ≤ 0,940
High-density polyethylene	> 0,940

^a These densities refer to unfilled resins, as determined by the method specified in Clause 8 of IEC 60811-1-3.

3 Valeurs d'essais

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

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

4 Application

Les valeurs de conditionnement et les paramètres d'essais sont spécifiés pour la plupart des types courants des mélanges d'isolation et de gainage et dans les spécifications des câbles, fils et cordons.

5 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.

Pour les câbles et cordons multiconducteurs, au maximum trois conducteurs (de différentes couleurs, si c'est le cas) doivent être essayés, si rien d'autre n'est spécifié dans la norme correspondante du câble.

6 Préconditionnement

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

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 des valeurs disponibles est impair, et la moyenne arithmétique des deux valeurs centrales dans la série si le nombre est pair.

8 Résistance à la traction et allongement à la rupture après conditionnement à température élevée

8.1 Généralités

Cet essai concerne les échantillons des câbles remplis, des enveloppes isolantes en polyoléfine d'épaisseur supérieure à 0,8 mm et les gaines polyoléfines directement en contact avec les produits de remplissage.

8.2 Méthode de conditionnement

Un échantillon de câble terminé, de longueur suffisante, doit être conditionné à température élevée dans l'air (c'est-à-dire suspendu dans une étuve). La durée de l'essai et la température de l'air maintenue constante doivent être comme suit:

3 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.

4 Applicability

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

5 Type tests and other tests

The test methods described in this standard are primarily intended 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.

For multicore cables and cords, not more than three cores (of different colours, if any) shall be tested unless otherwise specified in the relevant cable standard.

6 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 compounds used for insulating or sheathing.

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 the mean of the two middle values if the number is even.

8 Tensile strength and elongation at break after conditioning at elevated temperature

8.1 General

This test is intended for samples, from filled cables, of polyolefin insulations with a wall thickness of more than 0,8 mm and for polyolefin sheaths in direct contact with filling compound.

8.2 Conditioning procedure

A sample of complete cable of sufficient length shall be conditioned in air (i.e. suspended in an oven). The duration of the test and temperature of the air maintained continuously shall be as follows:

- 7×24 h à $(60 \pm 2) ^\circ\text{C}$ pour les matières de remplissage ayant un point de goutte nominal supérieur à $50 ^\circ\text{C}$ et inférieur ou égal à $70 ^\circ\text{C}$,
- 7×24 h à $(70 \pm 2) ^\circ\text{C}$ pour les matières de remplissage ayant un point de goutte supérieur à $70 ^\circ\text{C}$.

NOTE Pour l'explication du point de goutte, voir l'Article 4 de la CEI 60811-5-1.

Après ce conditionnement, l'échantillon de câble doit être laissé à température ambiante, sans exposition directe au rayonnement solaire, pendant au moins 16 h. Ensuite la gaine et les conducteurs à essayer doivent être enlevés du câble et nettoyés par un moyen approprié.

8.3 Essais de résistance à la traction et d'allongement à la rupture après conditionnement à température élevée

Les essais de résistance à la traction et/ou d'allongement à la rupture conformément aux exigences de la norme de câble, doivent être réalisés sur des éprouvettes conformes à 8.2 en accord avec l'Article 9 de la CEI 60811-1-1 sans vieillissement supplémentaire.

8.4 Expression des résultats

La valeur médiane des valeurs de résistance à la traction et/ou d'allongement à la rupture doit être enregistrée comme la résistance à la traction et/ou d'allongement à la rupture.

9 Essai d'enroulement après conditionnement à température élevée

9.1 Généralités

Cet essai s'applique aux enveloppes isolantes à base de polyoléfinés des câbles remplis ayant une épaisseur radiale inférieure ou égale à 0,8 mm.

9.2 Méthode de conditionnement

Le conditionnement doit être effectué comme spécifié en 8.2. Les conducteurs à essayer doivent être prélevés sur le câble et nettoyés par un moyen approprié.

9.3 Méthode d'essai

Les éprouvettes conformément à 9.2 doivent être soumises à un essai d'enroulement suivant la méthode spécifiée en 10.5.2.

Pour les enveloppes isolantes cellulaires, y compris les enveloppes cellulaires avec peau, d'épaisseur inférieure ou égale à 0,2 mm, l'effort de traction exercé sur le conducteur dénudé doit être ramené, en fonction de la section du conducteur, à environ $7,5 \text{ N/mm}^2$.

9.4 Evaluation des résultats

Après refroidissement à la température ambiante, les éprouvettes ne doivent pas présenter de craquelures lorsqu'elles sont examinées visuellement, sans grossissement, avec une vue normale ou corrigée. L'essai peut être répété une seule fois si une éprouvette n'est pas conforme.

10 Essai d'enroulement après vieillissement thermique dans l'air

Cette méthode d'essai doit être considérée comme une méthode de vieillissement pour les isolations à base de polyoléfinés et est donc comprise dans la présente Partie 4-2 de la CEI 60811.

- 7×24 h at $(60 \pm 2) ^\circ\text{C}$ for filling compound having a nominal drop-point above $50 ^\circ\text{C}$ and up to and including $70 ^\circ\text{C}$;
- 7×24 h at $(70 \pm 2) ^\circ\text{C}$ for filling compound having a nominal drop-point above $70 ^\circ\text{C}$.

NOTE For an explanation of the drop-point, see Clause 4 of IEC 60811-5-1.

After conditioning, the cable sample shall be left at ambient temperature for at least 16 h without being exposed to direct sunlight. Then the sheath and cores to be tested shall be taken from the cable and shall be cleaned by suitable means.

8.3 Tensile strength and elongation tests after conditioning at elevated temperature

Tensile strength and/or elongation tests, with respect to requirements in the cable standard, on test pieces according to 8.2 shall be performed in accordance with Clause 9 of IEC 60811-1-1 without any further ageing treatment.

8.4 Expression of results

The median of the values of tensile strength and/or elongation at break shall be recorded as the tensile strength and/or elongation at break.

9 Wrapping test after conditioning at elevated temperature

9.1 General

This test is intended for samples, from filled cables, of polyolefin insulation having a wall thickness of less than or equal to 0,8 mm.

9.2 Conditioning procedure

The conditioning shall be carried out as specified in 8.2. The cores to be tested shall then be taken from the cable and shall be cleaned by suitable means.

9.3 Test procedure

Test pieces according to 9.2 shall be subjected to a wrapping test in accordance with the method specified in 10.5.2.

For cellular insulations, including foam skin, having a wall thickness below or equal to 0,2 mm the pull exerted on the exposed conductor shall be reduced to about $7,5 \text{ N/mm}^2$ with respect to the conductor cross-section.

9.4 Evaluation of results

After cooling down to ambient temperature, the test pieces shall show no cracks when examined with normal or corrected vision without magnification. The test may be repeated once only if one test piece fails.

10 Wrapping test after thermal ageing in air

This test method shall be considered as an ageing method for polyolefin insulations and is therefore included in this Part 4-2 of IEC 60811.

10.1 Généralités

Cet essai s'applique aux enveloppes isolantes à base de polyoléfine des câbles non remplis et des assemblages de conducteurs destinés aux câbles remplis, là où l'enveloppe isolante a une épaisseur radiale inférieure ou égale à 0,8 mm.

10.2 Appareillage

10.2.1 Mandrin en métal poli et poids.

10.2.2 Enrouleur, mécanique de préférence.

10.2.3 Enceinte chauffée électriquement avec circulation d'air naturelle.

10.3 Echantillonnage

L'essai doit être effectué sur quatre éprouvettes de chaque longueur de câble ou de conducteur à essayer.

Prendre un échantillon de 2 m de long et le couper en quatre tronçons d'égale longueur.

Enlever soigneusement les revêtements et les tresses des éprouvettes, si nécessaire, ainsi que les matières de remplissage qui peuvent adhérer aux conducteurs.

Laisser l'âme dans l'isolant. Puis redresser les éprouvettes.

10.4 Méthode de vieillissement

Les éprouvettes préparées suivant 10.3 doivent être suspendues verticalement pendant 14×24 h à $(100 \pm 2) ^\circ\text{C}$ au milieu de l'enceinte chauffante suivant 10.2.3, de manière que chaque éprouvette soit au moins à 20 mm d'une autre. Le volume occupé par les éprouvettes ne doit pas dépasser 2 % du volume total de l'enceinte. Immédiatement après la période de vieillissement, les éprouvettes doivent être retirées de l'enceinte et laissées à la température ambiante, pendant au moins 16 h, en évitant de les exposer à la lumière solaire.

NOTE Le temps de vieillissement et/ou la température de vieillissement peuvent être augmentés, si exigé, par les spécifications particulières des câbles concernés.

10.5 Méthode d'essai

10.5.1 Les éprouvettes selon 10.3 doivent être soumises, après vieillissement conformément à 10.4 à un essai d'enroulement à la température ambiante.

10.5.2 Le conducteur doit être dénudé à une extrémité sur laquelle doit être appliquée, au moyen d'un poids, une traction d'environ $15 \text{ N/mm}^2 \pm 20 \%$ selon la section de l'âme. L'autre extrémité doit être enroulée dix fois sur un mandrin métallique, à l'aide du dispositif décrit conformément à 10.2.2, à la vitesse d'environ 1 t/5 s.

Le diamètre d'enroulement doit être de 1 à 1,5 fois le diamètre de l'éprouvette. Les éprouvettes enroulées doivent être ensuite séparées du mandrin et maintenues en hélice pendant 24 h à $(70 \pm 2) ^\circ\text{C}$ en position verticale, bien au milieu de l'enceinte chauffante conformément à 10.2.3.

10.6 Evaluation des résultats

Après refroidissement à la température ambiante, les éprouvettes ne doivent pas présenter de craquelures lorsqu'elles sont examinées visuellement, sans grossissement, avec une vue normale ou corrigée. L'essai peut être répété une nouvelle fois si une éprouvette n'est pas conforme.

10.1 General

This test is intended for polyolefin insulations of unfilled cables and of dry cores for filled cables, where the insulation has a wall thickness of less than or equal to 0,8 mm.

10.2 Apparatus

10.2.1 Smooth metal mandrel and loading elements.

10.2.2 Winding device, preferably with mechanically driven mandrel.

10.2.3 Electrically heated cabinet with natural air flow.

10.3 Sampling

The test shall be carried out on four test pieces for each length of cable or core to be tested.

Take a sample 2 m long and cut it into four test pieces of equal length.

Carefully remove the coverings and braidings, if any, from the test pieces and any filling compound which may adhere to the cores.

Leave the conductor within the insulation. Then straighten the test pieces.

10.4 Ageing procedure

The test pieces prepared in accordance with 10.3 shall be suspended vertically for 14×24 h at $(100 \pm 2) ^\circ\text{C}$ in the middle of the heating chamber in accordance with 10.2.3, so that each test piece is at least 20 mm from any other test piece. Not more than 2 % of the chamber volume shall be occupied by the test pieces. Immediately after the ageing period, the test pieces shall be taken out of the chamber and left at ambient temperature, without being exposed to direct sunlight, for at least 16 h.

NOTE The ageing time and/or ageing temperature may be increased if required, by the relevant cable specifications.

10.5 Test procedure

10.5.1 Test pieces according to 10.3 shall be subjected, after ageing in accordance with 10.4, to a winding test at ambient temperature.

10.5.2 The conductor shall be laid bare at one end. A weight shall be applied to the exposed conductor end, exerting a pull of $15 \text{ N/mm}^2 \pm 20 \%$ with respect to the conductor cross-section. Ten windings shall be made on the other end of the test piece by means of a winding device in accordance with 10.2.2 on a metal mandrel at a speed of about 1r/5 s.

The winding diameter shall be 1 to 1,5 times the test piece diameter. Subsequently, the test pieces wound on the mandrel shall be removed from the latter and shall be kept in their helical form for 24 h at $(70 \pm 2) ^\circ\text{C}$ in the vertical position, substantially in the middle of the heating chamber in accordance with 10.2.3.

10.6 Evaluation of results

After cooling down to ambient temperature the test pieces shall show no cracks when examined with normal or corrected vision without magnification. The test may be repeated once more if a test piece fails.

11 Augmentation de masse des enveloppes isolantes

11.1 Généralités

Cet essai est utilisé pour étudier les interactions possibles entre les matériaux d'isolation et les matières de remplissage des câbles remplis. Il n'est appliqué que pour la sélection des matériaux.

11.2 Echantillonnage

Trois échantillons de chacune des différentes couleurs de conducteurs sont prélevés sur un câble avant l'opération de remplissage. Chaque échantillon d'environ 2 m doit être coupé en trois éprouvettes de 600 mm, 800 mm et 600 mm.

11.3 Méthode d'essai

L'éprouvette de 800 mm doit être introduite dans un b cher en verre contenant 200 g de matière de remplissage et pr chauff e aux températures suivantes:

- $(60 \pm 2)^\circ\text{C}$ pour les matières de remplissage ayant un point de goutte supérieur à 50°C et inférieur ou égal à 70°C ;
- $(70 \pm 2)^\circ\text{C}$ pour les matières de remplissage ayant un point de goutte supérieur à 70°C .

NOTE Pour l'explication du point de goutte, voir l'Article 4 de la CEI 60811-5-1.

Sur une longueur d'au moins 500 mm, la partie centrale de l'éprouvette doit être immerg e dans la matière de remplissage et sans contact avec le b cher ou d'autres éprouvettes. Les extrémités de chaque éprouvette ne doivent pas être immerg es.

Le b cher en verre doit être stocké pendant 10×24 h dans une enceinte et la température doit être maintenue constante à la valeur sp cifi e ci-dessus en fonction de la matière de remplissage.

Après cette période, l'éprouvette doit être retir e de la matière de remplissage et soigneusement nettoy e avec un papier absorbant. Ensuite, les extrémités de l'éprouvette doivent être coup es de façon à conserver au moins 500 mm de la partie centrale immerg e dans la matière de remplissage. Les deux éprouvettes de 600 mm non immerg e dans la matière de remplissage doivent être coup es à la même longueur que l'éprouvette immerg e et les  mes doivent être retirés des trois éprouvettes. Les trois éprouvettes ainsi pr par es doivent être pes es   température ambiante à 0,5 mg près.

11.4 Calcul

L'augmentation de masse W doit être d termin e par la formule suivante:

$$W = \frac{M_2 - M_1}{M_1} \times 100$$

où

M_1 est la masse moyenne des deux éprouvettes non immerg es dans la matière de remplissage,

M_2 est la masse de l'éprouvette immerg e dans la matière de remplissage.

11 Mass increase of insulation

11.1 General

This test is used to examine possible interaction between insulation material and filling compound of filled cable. It is intended only for the purpose of material selection.

11.2 Sampling

Three samples of each colour of core shall be taken from a cable before the filling process. Each sample of about 2 m shall be cut into three pieces of length 600 mm, 800 mm and 600 mm.

11.3 Test procedure

The 800 mm test piece shall be immersed in about 200 g of filling compound contained in a glass vessel and pre-heated to the following temperature:

- $(60 \pm 2) ^\circ\text{C}$ for filling compound having a drop-point above $50 ^\circ\text{C}$ and up to and including $70 ^\circ\text{C}$;
- $(70 \pm 2) ^\circ\text{C}$ for filling compound having a drop-point above $70 ^\circ\text{C}$.

NOTE For an explanation of the drop-point, see Clause 4 of IEC 60811-5-1.

At least 500 mm of the middle part of this test piece shall be immersed in the compound without contact with the glass vessel or another specimen. The ends of the test piece shall be kept out of the compound.

The glass vessel shall be stored for 10×24 h in an oven and the temperature shall be maintained continuously at the value specified above for the relevant filling compound.

At the end of the period, the test piece shall be removed from the filling compound and carefully cleaned with absorbent paper. Then the ends of the test piece shall be cut away leaving at least 500 mm of the middle part that has been immersed in the filling compound. The two dry 600 mm pieces shall be cut back to the same length as the immersed test piece and the conductor shall be removed from all three. The three test pieces shall be weighed at ambient temperature to the nearest 0,5 mg.

11.4 Calculation

The mass increase W shall be determined as follows:

$$W = \frac{M_2 - M_1}{M_1} \times 100$$

where

M_1 is the mean mass of the two dry test pieces,

M_2 is the mass of test piece immersed in the filling compound.

Annexe A (normative)

Essai de stabilité à long terme

NOTE Cette méthode d'essai est uniquement applicable aux câbles de communications contenant des paires en cuivre. Une méthode similaire pour les câbles électriques destinés à la distribution d'énergie est à l'étude.

A.1 Généralités

Le besoin de déterminer si la qualité des composants d'un câble est suffisante pour sa durée de vie envisagée est bien reconnu. En particulier, les isolants à base de polyoléfines doivent avoir une résistance suffisante au vieillissement en service. Pour les câbles remplis à isolation polyoléfine, la compatibilité entre l'isolant et la matière de remplissage doit être vérifiée.

La définition de la durée de l'essai, de la température, de l'atmosphère, ainsi que les critères de défectuosité doivent être soigneusement choisis. Une méthode jugée satisfaisante pour la sélection des matériaux est donnée dans cette annexe. La durée de l'essai le rend impraticable pour les essais individuels. Par conséquent, cet essai doit être envisagé seulement pour la sélection des matériaux afin de s'assurer de leur intégrité pendant la durée de vie envisagée du câble.

Pour les besoins des essais individuels, des essais de courte durée, tel que celui donné à l'Annexe B, sont requis.

A.2 Conditions

L'une des deux conditions d'essai suivantes, différant par la température et la durée d'essai, doit être utilisée, selon la sévérité des conditions de fonctionnement câble/système et de l'environnement, tel que spécifié dans la norme de câble.

Condition A: Elle s'applique aux isolants des câbles ou aux installations sous conditions modérées, généralement en dessous de 50 °C, telles que les câbles directement enterrés, les câbles sous conduits ou en goulottes, ou les câbles en surface dans les climats tempérés:

- 100 °C pendant 42 jours.

Condition B: Elle s'applique aux isolants des câbles ou aux installations utilisées en surface et soumises à la chaleur, par exemple, armoires ou boîtes d'extrémité:

- 105 °C pendant 42 jours.

A.3 Appareillage

A.3.1 Une étuve conforme dans son ensemble à l'ISO 188 et satisfaisant aux conditions particulières suivantes:

- la température moyenne pendant tout l'essai doit être réglée à la température spécifiée à $\pm 0,5$ °C;
- la variation maximale de la température pendant tout l'essai ne doit pas dépasser $\pm 1,0$ °C par rapport à la température spécifiée;
- le renouvellement d'air sec et propre: minimum 6 volumes d'air par heure; en cas de contestation, le maximum doit être de 10 volumes par heure.

Annex A (normative)

Long-term stability test

NOTE This test method is only applicable to communications cables containing copper pairs. A similar test method applicable to electric cables for power distribution is under consideration.

A.1 General

The need to establish whether or not the quality of a cable's components will be satisfactory over the proposed life of the cable is well recognized. In particular, the polyolefin insulation must have sufficient resistance to ageing in service. For filled polyolefin insulated cables, the compatibility of the combination of the insulation and filling compound shall be assessed.

The definition of test duration, temperature, atmosphere and failure criteria shall be carefully chosen. One method found suitable for material selection is given in this annex. The test duration makes the test unsuitable for routine quality control testing. Therefore, the test should be considered only as a material selection test to ensure that the chosen materials are satisfactory for the intended life of the cable.

For routine quality control purposes, short duration tests, such as that given in Annex B, are required.

A.2 Conditions

One of the two test conditions, differing in test temperatures and duration, shall be used according to the severity of cable system conditions and environments, as specified in the cable standard.

Condition A: Applies to insulations in cables or installations under moderate conditions generally below 50 °C such as directly buried cables, cables in ducts or troughs, or cables exposed above ground in temperate climates:

- 100 °C for 42 days.

Condition B: Applies to insulations in cables or installations in above ground situations under hot conditions, for instance cabinets or terminal boxes:

- 105 °C for 42 days.

A.3 Apparatus

A.3.1 An air oven generally in accordance with ISO 188 and complying especially with the following criteria:

- the mean temperature throughout the test shall be controlled to within $\pm 0,5$ °C of the specified temperature;
- the maximum variation of temperature throughout the test shall not exceed $\pm 1,0$ °C of the specified temperatures.
- exchange of clean, dry air: at least 6 changes of air per hour; in case of dispute, the maximum rate of change shall be 10 changes per hour.

NOTE En variante, un appareil d'essai comportant une ou plusieurs cellules ayant les dimensions indiquées ci-après peut être utilisé, pourvu que les critères cités ci-dessus soient respectés:

Hauteur de la cellule:	au minimum 250 mm;
Diamètre de la cellule:	au minimum 75 mm;
Rapport hauteur/diamètre:	entre 3:1 et 4:1.

A.3.2 Un débitmètre avec une étendue de mesure dépendant de la taille de l'étuve selon A.3.1.

A.3.3 Un thermocouple ou un thermomètre permettant une résolution ne dépassant pas 0,1 °C et une imprécision de mesure totale ne dépassant pas 0,2 °C.

A.3.4 Une balance précise à 0,5 mg près, lisible et fidèle à 0,1 mg près.

A.4 Echantillonnage

Trois échantillons de chaque couleur, de 2 m de longueur, doivent être prélevés sur un câble rempli ou non. Chaque longueur constitue une éprouvette.

A.5 Méthode d'essai

A.5.1 Pour les câbles non remplis

A.5.1.1 L'éprouvette doit être enroulée en couronne lâche d'environ 60 mm de diamètre. Dans l'éprouvette, il ne doit y avoir ni torsion ni nœud. Si nécessaire, la couronne peut être attachée avec deux fils en aluminium non serrés.

A.5.1.2 L'éprouvette doit être pesée à 0,1 mg près et doit être suspendue dans la partie inférieure de l'étuve à l'aide d'un crochet en aluminium attaché au couvercle. Un thermocouple ou un thermomètre approprié doit être utilisé pour vérifier que la température de l'air au centre de la couronne est maintenue à la température spécifiée selon la Condition A ou la Condition B.

Les trois échantillons de chaque couleur doivent être essayés. Si on utilise un appareil équipé de cellules de vieillissement, il est préférable de vieillir chaque éprouvette dans une cellule séparée. Cependant, on peut vieillir jusqu'à trois éprouvettes dans la même cellule à condition de les séparer de 3 mm à 5 mm de façon qu'elles ne touchent ni les parois de la cellule ni entre elles.

NOTE L'utilisation d'un système d'acquisition de données pour réguler la température pendant tout l'essai est recommandée.

A.5.1.3 A la fin de la période d'essai spécifiée, les éprouvettes doivent être retirées de l'étuve, refroidies à la température ambiante et

- 1) lorsqu'il est examiné à l'œil nu, l'isolant doit être exempt de fissures, craquelures ainsi que de tout autre signe de dégradation du polymère et les couleurs doivent rester identifiables, et
- 2) l'augmentation de masse ne doit pas être supérieure à 1 mg après pesée à 0,1 mg près.

En variante, un temps d'induction d'au moins 2 min doit être observé dans l'essai TIT de l'Annexe B.

NOTE Alternatively, a testing apparatus consisting of one or more cells having the following dimensions may be used, provided that the above criteria are followed.

Cell height:	at least 250 mm;
Cell diameter:	at least 75 mm;
Height to diameter ratio:	between 3:1 and 4:1.

A.3.2 An air flow meter with a measuring range dependent on the size of the air oven according to A.3.1.

A.3.3 A thermocouple or thermometer allowing a resolution of not greater than 0,1 °C and total measurement uncertainty not greater than 0,2 °C.

A.3.4 A balance accurate to 0,5 mg and readable and repeatable to 0,1 mg.

A.4 Sampling

Three samples of each colour and 2 m in length shall be taken either from an unfilled or from a filled cable. Each length constitutes a test piece.

A.5 Test procedure

A.5.1 For unfilled cables

A.5.1.1 The test piece shall be wound into a loose coil of about 60 mm diameter. There shall be no twists or kinks in the test piece. If necessary, the coil may be secured with two loose ties of aluminium wire.

A.5.1.2 The test piece shall be weighed to the nearest 0,1 mg and shall be suspended in the lower part of the air oven by means of an aluminium wire hook attached to the lid. A thermocouple or a suitable thermometer shall be used to check that the air temperature at the centre of the coil is maintained at the specified temperature according to Condition A or Condition B.

The three samples of each colour shall be tested. If an apparatus consisting of ageing cells is used, it is preferable to age each test piece in a separate cell. However, if necessary, up to three test pieces may be aged together in one cell, provided they are suspended 3 mm to 5 mm apart so as not to touch each other or the cell wall.

NOTE The use of a data logger to monitor temperature throughout the test is recommended.

A.5.1.3 At the end of the specified test period, the test piece shall be removed from the air oven, cooled to ambient temperature and

- 1) when visually examined the insulation shall be free from cracks and splits and any other signs of polymer degradation and the colours shall remain identifiable, and
- 2) the mass increase shall not be greater than 1 mg, when reweighed to the nearest 0,1 mg.

Alternatively, an induction time of at least 2 min shall be observed in the OIT test of Annex B.

A.5.1.4 Les éprouvettes ayant satisfait à l'essai décrit en A.5.1.3 doivent ensuite subir l'essai suivant:

Au moins trois longueurs de 200 mm doivent être prélevées sur l'éprouvette. Elles doivent être coupées à intervalles réguliers, la première étant prise à 200 mm d'une extrémité de l'éprouvette. Une extrémité de chaque longueur de 200 mm doit être enroulée manuellement sur l'autre extrémité afin de constituer au moins 10 spires jointives. La présence d'éventuelles craquelures ou fissures doit être vérifiée à l'œil nu. Les éprouvettes ainsi préparées doivent être suspendues dans une étuve à $(60 \pm 2)^\circ\text{C}$ pendant sept jours.

A la fin de cette période, les éprouvettes lorsqu'elles sont examinées à l'œil nu doivent être exemptes de fissures et craquelures.

A.5.2 Pour les câbles remplis

A.5.2.1 Les éprouvettes doivent être conditionnées pendant sept jours dans la matière de remplissage utilisée pour le câble, aux températures suivantes:

- $(60 \pm 2)^\circ\text{C}$ pour les matières de remplissage ayant un point de goutte supérieur à 50°C et inférieur ou égal à 70°C ;
- $(70 \pm 2)^\circ\text{C}$ pour les matières de remplissage ayant un point de goutte supérieur à 70°C .

NOTE Pour l'explication du point de goutte, voir l'Article 4 de la CEI 60811-5-1.

Le conditionnement peut s'effectuer soit sur de simples éprouvettes immergées dans un récipient en verre contenant environ 200 g de matière de remplissage (sauf aux extrémités), soit sur un câble. Si un câble est utilisé, les éprouvettes doivent être retirées avec précaution après conditionnement.

A.5.2.2 Après préconditionnement, les éprouvettes doivent être soigneusement nettoyées avec du papier absorbant. Les extrémités n'ayant pas été immergées dans la matière de remplissage doivent être éliminées, et les éprouvettes doivent être coupées en longueur comme spécifié à l'Article A.4

A.5.2.3 La méthode d'essai décrite de A.5.1.1 à A.5.1.4 doit être ensuite appliquée.

A.5.1.4 The test pieces, having satisfied the test described in A.5.1.3 shall then be subjected to the following test:

At least three 200 mm lengths shall be cut from the test piece. These shall be cut at equidistant intervals, the first being taken at 200 mm from one end of the test piece. One end of each 200 mm length shall be wound manually around the other end to give at least 10 contiguous turns. They shall be visually examined for cracks and splits. The test pieces so formed shall be suspended in an air-circulating oven at $(60 \pm 2) ^\circ\text{C}$ for seven days.

At the end of this period, the test pieces when visually examined shall be free from cracks and splits.

A.5.2 For fully filled cables

A.5.2.1 The test pieces shall be conditioned for seven days in the associated filling compound at the following temperatures:

- $(60 \pm 2) ^\circ\text{C}$ for filling compounds having a drop-point above $50 ^\circ\text{C}$ and up to and including $70 ^\circ\text{C}$;
- $(70 \pm 2) ^\circ\text{C}$ for filling compounds having a drop-point above $70 ^\circ\text{C}$.

NOTE For an explanation of the drop-point, see Clause 4 of IEC 60811-5-1.

Conditioning may be performed either on single samples by immersion in about 200 g of filling compound (except for the ends) contained in a glass vessel, or on a cable. If a cable is used, care shall be taken in removing the test pieces after conditioning.

A.5.2.2 After pre-conditioning, the test pieces shall be carefully wiped free of excess filling compound using an absorbent lint-free tissue. The ends which were not immersed in the filling compound shall be discarded, and the test pieces shall be cut to length as specified in Clause A.4.

A.5.2.3 The test procedure described in A.5.1.1 to A.5.1.4 shall then be followed.

Annexe B (normative)

Méthode d'essai pour la mesure de la dégradation par oxydation catalytique, par le cuivre, des conducteurs isolés aux polyoléfinés (contrôle du temps d'induction thermique (TIT))

B.1 Généralités

Le besoin pour un fabricant de contrôler sa production de câbles afin de s'assurer de leur bonne résistance à l'oxydation est bien établi. Les matériaux appropriés ayant été choisis, l'essai du temps d'induction (contrôle du TIT) a été jugé satisfaisant pour contrôler les matières premières et les câbles afin de vérifier leur conformité à cette exigence. L'essai du TIT n'est pas approprié à la sélection des matériaux. Pour cette sélection, les essais de vieillissement thermique à long terme sont préférables.

Une procédure de contrôle du TIT, jugée convenable pour vérifier la dégradation due à l'oxydation catalytique du cuivre, est donnée dans cette annexe.

B.2 Appareillage

B.2.1 Un analyseur thermique différentiel ou un calorimètre enthalpique différentiel, capable de chauffer au moins à une vitesse de (20 ± 1) K/min, de maintenir la température d'essai de façon isotherme à $\pm 0,2$ K et d'enregistrer automatiquement des différences de température (ou des différences en transfert de chaleur) entre l'échantillon et le matériau de référence aux sensibilités et précisions exigées.

B.2.2 Un enregistreur capable de présenter la différence d'enthalpie ou de température en ordonnées et le temps en abscisse. La précision de la base de temps doit être de ± 1 % avec une lisibilité de 0,1 min.

B.2.3 Un sélecteur de gaz et des régulateurs pour azote et oxygène très purs.

B.2.4 Une balance d'analyse permettant de peser 30 g, et lisible et fidèle à $\pm 0,1$ mg.

B.2.5 Des capsules à échantillons: capsules en aluminium d'environ 6 mm à 7 mm de diamètre chacune, ou de dimensions voisines, fournies par le fabricant de l'appareillage.

B.3 Echantillonnage

Un nombre approprié (par exemple quatre échantillons de couleurs différentes) d'éprouvettes de 4 mm environ de long avec l'âme doivent être coupées sur un conducteur isolé afin que le poids d'isolant soit de 3 mg à 5 mg.

B.4 Etalonnage de l'appareil

B.4.1 Etalonner l'appareil selon les instructions du fabricant avant de commencer la manipulation. Utiliser l'indium de pureté analytique comme référence de température.

Annex B (normative)

Test method for copper-catalyzed oxidative degradation of polyolefin insulated conductors (Oxidation Induction Time (OIT) test)

B.1 General

The need for a manufacturer to monitor his cable production to ensure that it has adequate resistance to oxidation is well established. The OIT test has been found suitable for monitoring both raw materials and cables for compliance with this requirement, once suitable materials have been selected. The OIT test is not suitable for the selection of materials. For this purpose, long-term thermal ageing tests are preferred.

An OIT testing procedure found suitable for testing copper-catalyzed oxidative degradation, is given in this annex.

B.2 Apparatus

B.2.1 A differential thermal analyser or differential scanning calorimeter, capable of heating at rates of up to at least (20 ± 1) K/min and maintaining the test temperature isothermally within 0,2 K and of automatic recording of differences in temperature (or differences in heat transfer) between the sample and a reference material to the required sensitivity and precision.

B.2.2 A recorder capable of displaying heat flow or temperature difference on the Y-axis, and time on the X-axis. The time base shall be accurate to ± 1 % and be readable to 0,1 min.

B.2.3 A gas-selector switch and regulators for high-purity nitrogen and oxygen.

B.2.4 An analytical balance capable of weighing 30 g, and readable and repeatable to $\pm 0,1$ mg.

B.2.5 Sample holders: aluminium holders, each of approximately 6 mm to 7 mm in diameter, or of similar dimensions as supplied by the manufacturer of the instrument.

B.3 Sampling

An appropriate number (e.g. four samples of different colours) of test pieces of approximately 4 mm length containing the conductor shall be cut from an insulated conductor to yield 3 mg to 5 mg of insulating material.

B.4 Instrument calibration

B.4.1 Calibrate the instrument according to manufacturer's instructions before start of runs. Use analytical-grade indium as a temperature reference material.

B.4.2 Placer de l'indium de pureté analytique dans une capsule d'aluminium munie d'un couvercle d'aluminium. Placer l'échantillon, typiquement 6 mg, ainsi préparé et une capsule d'aluminium de référence avec couvercle dans la cellule.

S'il est nécessaire de nettoyer l'échantillon et la capsule et le couvercle d'aluminium, utiliser de l'éther de pétrole ou un autre solvant convenable pour éliminer les souillures.

B.4.3 Programmer la température de 145 °C à 165 °C à la vitesse de 1 K/min en enregistrant le thermogramme.

B.4.4 Etalonner l'appareil suivant les instructions du fabricant afin d'obtenir une température de transition du premier ordre de l'indium 156,6 °C. Pour cet étalonnage, le point de fusion 156,6 °C est défini comme l'intersection de la tangente prolongée de la première pente du pic endothermique et de la ligne de base extrapolée (voir Figure B.1).

B.5 Préparation de l'appareil

B.5.1 Ouvrir les deux vannes d'azote et d'oxygène. Placer le sélecteur de gaz en position azote (N₂) et ajuster le débit à (50 ± 5) ml/min à l'aide du débitmètre.

B.5.2 Introduire l'échantillon de fil conformément aux exigences de l'Article B.3, dans une capsule d'aluminium (voir B.4.2).

B.5.3 Placer l'éprouvette de fil isolé ainsi préparée dans le porte-échantillon de l'appareil et une capsule en aluminium vide comme référence.

NOTE Si on le désire, on peut sertir l'échantillon à l'aide d'un tamis en aluminium ou en acier inoxydable. Cela favorise le contact avec la capsule.

B.5.4 Purger avec l'azote pendant 5 min. Vérifier le débit, et si nécessaire le régler à (50 ± 5) ml/min.

B.5.5 Positionner l'appareil sur zéro, choisir un niveau d'amplification du signal et une sensibilité de l'enregistreur tels que la réaction exothermique provoque un enregistrement sur toute l'échelle.

B.5.6 Régler la vitesse de chauffe à 20 K/min.

B.6 Méthode d'essai

B.6.1 Mettre en route le chauffage programmé.

B.6.2 Continuer à chauffer jusqu'à ce que la température d'essai spécifiée, contrôlée à ±1 °C, soit atteinte. Interrompre le programme de chauffe et maintenir la température de l'échantillon. Commencer l'enregistrement du thermogramme. Il a été démontré qu'une température d'essai de 200 °C était appropriée pour le polyéthylène. Pour simplifier la procédure, il est permis de supprimer le préchauffage programmé et de démarrer directement à la température d'essai.

Une fois l'équilibre de température atteint (stabilité du signal de l'enregistreur), passer sous oxygène et ajuster le débit à (50 ± 5) ml/min. Faire un repère sur l'enregistrement. Le passage sous oxygène est considéré comme étant le temps zéro de l'essai (T_0).