

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60811-2-1

**Edition 2.1
2001-11**

Edition 2:1998 consolidée par l'amendement 1:2001
Edition 2:1998 consolidated with amendment 1:2001

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

**Partie 2-1:
Méthodes spécifiques pour les mélanges
élastomères – Essais relatifs à la résistance
à l'ozone, à l'allongement à chaud
et à la résistance à l'huile**

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

**Part 2-1:
Methods specific to elastomeric compounds –
Ozone resistance, hot set and mineral oil
immersion tests**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60811-2-1:1998+A1:2001

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 (www.iec.ch/catlg-f.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 (www.iec.ch/JP.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 (www.iec.ch/catlg-e.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 (www.iec.ch/JP.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**

60811-2-1

**Edition 2.1
2001-11**

Edition 2:1998 consolidée par l'amendement 1:2001
Edition 2:1998 consolidated with amendment 1:2001

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

**Partie 2-1:
Méthodes spécifiques pour les mélanges
élastomères – Essais relatifs à la résistance
à l'ozone, à l'allongement à chaud
et à la résistance à l'huile**

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

**Part 2-1:
Methods specific to elastomeric compounds –
Ozone resistance, hot set and mineral oil
immersion tests**

© IEC 2001 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
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

CD

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	4
1 Généralités	6
1.1 Domaine d'application	6
1.2 Références normatives	6
2 Valeurs prescrites pour les essais	6
3 Application	8
4 Essais de type et autres essais	8
5 Préconditionnement	8
6 Température d'essai	8
7 Valeur médiane	8
8 Essais de résistance à l'ozone	8
8.1 Mode opératoire	8
8.2 Détermination de la concentration en ozone	14
9 Essai d'allongement à chaud	18
9.1 Echantillonnage – Préparation des éprouvettes et détermination de leur section	18
9.2 Appareillage d'essai	18
9.3 Mode opératoire	20
9.4 Evaluation des résultats	20
10 Essai de résistance à l'huile minérale pour les gaines	20
10.1 Echantillonnage et préparation des éprouvettes	20
10.2 Détermination de la section des éprouvettes	20
10.3 Huile à utiliser	20
10.4 Mode opératoire	20
10.5 Détermination des propriétés mécaniques	22
10.6 Expression des résultats	22

CONTENTS

FOREWORD	5
1 General	7
1.1 Scope	7
1.2 Normative references	7
2 Test values	7
3 Applicability	9
4 Type tests and other tests	9
5 Pre-conditioning	9
6 Test temperature	9
7 Median value	9
8 Ozone resistance test	9
8.1 Test method	9
8.2 Determination of ozone concentration	15
9 Hot set test	19
9.1 Sampling and preparation of test pieces and determination of their cross-sectional area	19
9.2 Test apparatus	19
9.3 Procedure	21
9.4 Evaluation of results	21
10 Mineral oil immersion test for sheaths	21
10.1 Sampling and preparation of the test pieces	21
10.2 Determination of the cross-sectional area of the test piece	21
10.3 Oil to be used	21
10.4 Procedure	21
10.5 Determination of mechanical properties	23
10.6 Expression of results	23

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**MÉTHODES D'ESSAIS COMMUNES POUR MATÉRIAUX D'ISOLATION
ET DE GAINAGE DES CÂBLES ÉLECTRIQUES ET OPTIQUES –****Partie 2-1: Méthodes spécifiques pour les mélanges élastomères –
Essais relatifs à la résistance à l'ozone, à l'allongement à chaud
et à la résistance à l'huile**

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Électrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, spécifications techniques, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale 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 60811-2-1 a été établie par le comité d'études 20 de la CEI: Câbles électriques.

La présente version consolidée de la CEI 60811-2-1 comprend la deuxième édition (1998) [documents 20/328/FDIS et 20/333/RVD], et son amendement 1 (2001) [documents 20/469/FDIS et 20/480/RVD].

Le contenu technique de cette version consolidée est donc identique à celui de l'édition de base et à son amendement; cette version a été préparée par commodité pour l'utilisateur.

Elle porte le numéro d'édition 2.1.

Une ligne verticale dans la marge indique où la publication de base a été modifiée par l'amendement 1.

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de ses amendements ne sera pas modifié avant 2007. A cette date, la publication sera

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**COMMON TEST METHODS FOR INSULATING
AND SHEATHING MATERIALS OF ELECTRIC AND OPTICAL CABLES –****Part 2-1: Methods specific to elastomeric compounds –
Ozone resistance, hot set and mineral oil immersion tests**

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical specifications, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60811-2-1 has been prepared by technical committee 20: Electric cables.

This consolidated version of IEC 60811-2-1 consists of the second edition (1998) [documents 20/328/FDIS and 20/333/RVD] and its amendment 1 (2001) [documents 20/469/FDIS and 20/480/RVD].

The technical content is therefore identical to the base edition and its amendment and has been prepared for user convenience.

It bears the edition number 2.1.

A vertical line in the margin shows where the base publication has been modified by amendment 1.

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendments will remain unchanged until 2007. At this date, the publication will be

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

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

Partie 2-1: Méthodes spécifiques pour les mélanges élastomères – Essais relatifs à la résistance à l'ozone, à l'allongement à chaud et à la résistance à l'huile

1 Généralités

1.1 Domaine d'application

La présente norme précise les méthodes d'essais à employer pour l'essai des matériaux synthétiques d'isolation et de gainage des câbles électriques et optiques, destinés à la distribution d'énergie et aux télécommunications, y compris les câbles utilisés à bord des navires et pour les applications offshore.

Cette norme donne les méthodes pour l'essai de résistance à l'ozone, l'essai d'allongement à chaud et l'essai de résistance à l'huile qui s'appliquent aux mélanges élastomères.

1.2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de la CEI 60811. Au moment de sa publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 60811 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 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 60811-1-2:1985, *Méthodes d'essais communes pour les matériaux d'isolation et de gainage des câbles électriques – Partie 1: Méthodes d'application générale – Section deux: Méthodes de vieillissement thermique*

ISO 1817:1999, *Caoutchouc vulcanisé – Détermination de l'action des liquides*
(disponible en anglais seulement)

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.

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

Part 2-1: Methods specific to elastomeric compounds – Ozone resistance, hot set and mineral oil immersion tests

1 General

1.1 Scope

This standard specifies the test methods to be used for testing polymeric insulating and sheathing materials of electric and optical cables for power distribution and telecommunications, including cables used on ships and in offshore applications.

This standard gives the methods for the ozone resistance test, hot set test and mineral oil immersion test, which apply to elastomeric compounds.

1.2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 60811. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this part of IEC 60811 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 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 60811-1-2:1985, *Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables – Part 1: Methods for general application – Section Two: Thermal ageing methods*

ISO 1817:1999, *Rubber, vulcanized – Determination of the effect of liquids*

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

Si l'essai est effectué à la température ambiante, les éprouvettes doivent être conservées à une température de $23\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ pendant au moins 3 h.

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 de deux valeurs centrales dans la série si le nombre est pair.

8 Essais de résistance à l'ozone

Avertissement: On attire l'attention sur la toxicité de l'ozone. Des précautions doivent être prises pour limiter l'exposition du personnel à tout moment et la concentration dans la salle d'essais et son environnement ne doit pas dépasser 0,1 ppm (parties d'ozone par million de parties d'air en volume) ni la valeur figurant dans la norme d'hygiène industrielle actuellement en vigueur, la plus petite de ces deux valeurs étant applicable.

8.1 Mode opératoire

8.1.1 Appareillage d'essai

- a) Un générateur assurant une production contrôlée d'ozone.
- b) Un dispositif pour faire circuler de l'air ozonisé, dans des conditions contrôlées d'humidité et de température, à travers une chambre contenant les éprouvettes à essayer.
- c) Un dispositif de détermination de la concentration en ozone.
- d) Un dispositif approprié de fixation et d'extension des éprouvettes.
- e) Des mandrins cylindriques de bois ou de métal.
- f) Un dessiccateur rempli de gel de silice ou de matériau équivalent.
- g) Une balance de laboratoire précise à 0,1 mg près.

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.

If the test is carried out at ambient temperature, the test-pieces shall be kept for at least 3 h at a temperature of $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

6 Test temperature

Unless otherwise specified, tests shall be made at ambient 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 Ozone resistance test

Warning: Attention is drawn to the toxicity of ozone. Precautions should be taken to minimize exposure of personnel to it at all times and the concentration in the workroom environment should not be allowed to exceed 0,1 ppm (parts ozone per million parts air by volume), or the value in the current industrial hygienic standard, whichever is the lower.

8.1 Test method

8.1.1 Test apparatus

- a) A device for generating a controlled amount of ozone.
- b) A means for circulating ozonized air under controlled conditions of humidity and temperature through a chamber containing the test pieces to be tested.
- c) A means for determination of ozone concentration.
- d) A suitable device for the clamping and elongation of test pieces.
- e) Cylindrical mandrels consisting of wood or metal.
- f) A desiccator filled with silica gel or equivalent material.
- g) An accurate laboratory balance reading to 0,1 mg.

8.1.2 Echantillonnage

8.1.2.1 Prélèvement d'enveloppe isolante

Que le câble soit monoconducteur ou non, un seul conducteur isolé doit être essayé. Une longueur suffisante de conducteur doit être prélevée à au moins 1,5 m de l'extrémité du câble pour réaliser deux éprouvettes, sauf si le conducteur comporte une couche semi-conductrice externe extrudée, auquel cas la longueur doit être suffisante pour préparer quatre éprouvettes.

Tout échantillon présentant des marques de dommage mécanique doit être éliminé avant l'essai.

8.1.2.2 Prélèvement de gaine

On prélève un échantillon sur le câble à essayer, ou encore sur la gaine enlevée du câble; la dimension de cet échantillon doit être suffisante pour préparer au moins deux éprouvettes.

Tout échantillon présentant des marques de dommage mécanique doit être éliminé avant l'essai.

8.1.3 Préparation des éprouvettes

8.1.3.1 Epreuve d'enveloppe isolante

Les revêtements de protection éventuels doivent être enlevés du conducteur, sauf s'ils sont appliqués directement sur l'enveloppe isolante avant la vulcanisation et s'ils adhèrent à cette enveloppe isolante. Les revêtements doivent être enlevés sans endommager l'enveloppe isolante.

Si le conducteur comporte un écran semi-conducteur externe rubané, celui-ci doit être enlevé.

Si le conducteur comporte un écran semi-conducteur externe extrudé, celui-ci doit être enlevé sur deux éprouvettes et conservé tel quel sur les deux autres.

8.1.3.2 Eprouvettes de gaine

Deux éprouvettes en forme d'haltère doivent être préparées conformément à 9.1.3 et 9.2.3 de la CEI 60811-1-1. Leur épaisseur minimale ne doit pas être inférieure à 0,6 mm.

Si la dimension des câbles est insuffisante pour préparer les éprouvettes en forme d'haltère, on doit utiliser la méthode applicable à l'enveloppe isolante.

8.1.4 Procédure de conditionnement et de déformation des éprouvettes

8.1.4.1 Eprouvettes d'enveloppe isolante

Si le conducteur n'a pas de semi-conducteur extrudé, une éprouvette doit être enroulée dans le sens et le plan de sa courbure initiale, sans rotation, autour d'un mandrin, sur un tour, et attachée avec de la ficelle ou un ruban à l'endroit où les extrémités se croisent. La seconde éprouvette doit être enroulée de la même façon mais dans le sens opposé à sa courbure initiale.

Si le conducteur comporte un semi-conducteur externe extrudé, deux éprouvettes, l'une avec l'écran semi-conducteur enlevé et l'autre avec l'écran semi-conducteur conservé, doivent être enroulées comme ci-dessus dans chaque sens.

8.1.2 Sampling

8.1.2.1 Sampling of insulation

Whether the cable is single or multicore, only one core needs to be tested. Sufficient length of core shall be cut from a position not less than 1,5 m from the end of the length of cable to provide two test pieces, unless the core has an extruded semi-conductor layer on the outside, in which case sufficient length for four test pieces shall be taken.

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

8.1.2.2 Sampling of sheath

One sample of the cable or cord to be tested, or of the sheath removed from the cable, shall be taken of sufficient size to provide a minimum of two test pieces.

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

8.1.3 Preparation of test pieces

8.1.3.1 Test pieces of insulation

Any protective coverings present on the core shall be removed without damaging the insulation, unless they were applied directly to the insulation prior to vulcanization and are adherent to it.

If the core has a semi-conducting layer in the form of tape on the outside, this shall be removed.

If the core has an extruded semi-conducting screen on the outside, this shall be removed from two test pieces and left in position on the other two.

8.1.3.2 Test pieces of sheath

Two dumb-bell test pieces shall be prepared in accordance with 9.1.3 and 9.2.3 of IEC 60811-1-1. The minimum test piece thickness shall be 0,6 mm.

In the case of cables of such small size that it is not possible to prepare dumb-bell test pieces, the test method used shall be that specified for insulation.

8.1.4 Conditioning and deformation procedure of test pieces

8.1.4.1 Test pieces of insulation

If the core does not have an extruded semi-conducting screen, one test piece shall be bent in the direction and plane of its existing curvature, without twisting, for one complete turn around a mandrel, and bound with twine or tape where the ends cross, and a second test piece of the same core shall be bent similarly in the plane of its existing curvature but in the opposite direction.

If the core as manufactured has an extruded core screen on the outside, two test pieces, one with the semi-conducting layer removed and one with the semi-conducting layer left in position, shall be bent, as above, in each direction.

L'enroulement doit être effectué à la température la plus élevée de la température ambiante ou de 20 °C, autour d'un mandrin de laiton, d'aluminium ou de bois, convenablement traité et ayant le diamètre suivant:

Diamètre extérieur de conducteur isolé d mm	Diamètre du mandrin (exprimé en multiple du diamètre extérieur du conducteur isolé correspondant)
$d \leq 12,5$	$4 \pm 0,1$
$12,5 < d \leq 20$	$5 \pm 0,1$
$20 < d \leq 30$	$6 \pm 0,1$
$30 < d \leq 45$	$8 \pm 0,1$
$45 < d$	$10 \pm 0,1$

Si l'éprouvette est trop rigide pour permettre de croiser les extrémités, elle doit être courbée et liée de telle sorte que la partie courbée représente au moins 180° autour du mandrin de diamètre spécifié.

La surface de chaque éprouvette doit être essuyée avec un chiffon propre pour enlever les poussières et l'humidité. Les éprouvettes courbées sur leurs mandrins doivent être conservées à l'air à la température ambiante sans aucun traitement complémentaire, pendant 30 min à 45 min, avant de procéder à l'essai.

8.1.4.2 Echantillons de gaine

La surface de chaque éprouvette doit être essuyée avec un chiffon propre pour enlever les poussières et l'humidité. L'éprouvette est ensuite placée dans un dessiccateur pendant au moins 16 h à 23 °C $\pm$ 5 °C.

Les deux extrémités de l'éprouvette sont fixées dans une pince de serrage, puis étirées de 33 % $\pm$ 2 % et maintenues en l'état dans le dispositif de serrage et d'extension.

NOTE Pour éviter les craquelures éventuelles dues à l'ozone, à proximité des pinces de serrage, les éprouvettes peuvent être revêtues localement d'un vernis approprié résistant à l'ozone.

8.1.5 Exposition à l'ozone

Les éprouvettes conditionnées préparées conformément à 8.1.4 doivent être disposées au centre de la chambre d'essai munie d'un robinet, les éprouvettes étant distantes l'une de l'autre d'au moins 20 mm.

Les éprouvettes doivent être maintenues à une température de 25 °C $\pm$ 2 °C sauf indication contraire dans la norme du câble et exposées à un courant de circulation d'air sec ayant la concentration en ozone spécifiée.

La concentration en ozone et le temps d'exposition doivent être spécifiés dans la norme de câble concernée.

Cette concentration en ozone à l'intérieur de la chambre d'essai doit être mesurée conformément à 8.2.

Le débit de l'air comportant la concentration en ozone spécifiée doit être compris entre 280 l/h et 560 l/h, et une pression légèrement supérieure à la pression atmosphérique doit être maintenue.

The bending shall be carried out at room temperature or 20 °C, whichever is higher, using a brass, aluminium or suitably treated wooden mandrel with the following diameter:

Outside diameter of insulated core d mm	Mandrel diameter (as a multiple of the outside diameter of insulated core)
$d \leq 12,5$	$4 \pm 0,1$
$12,5 < d \leq 20$	$5 \pm 0,1$
$20 < d \leq 30$	$6 \pm 0,1$
$30 < d \leq 45$	$8 \pm 0,1$
$45 < d$	$10 \pm 0,1$

If the test piece is too rigid to permit the ends to be crossed, it shall be bent and tied so that at least 180° bend round a mandrel of the specified diameter is obtained.

The surface of each test piece shall be wiped with a clean cloth to remove dirt or moisture. The bent test pieces on their mandrels shall be kept in air at ambient temperature without any further treatment for 30 min to 45 min before being tested.

8.1.4.2 Test pieces of sheath

The surface of each test piece shall be wiped with a clean cloth to remove dirt or moisture. The test piece shall then be stored in the desiccator for at least 16 h at $23 \text{ °C} \pm 5 \text{ °C}$.

Clamp both ends of the test piece in the clamping device, and elongate it by $33 \% \pm 2 \%$ and keep the test piece elongated in the clamping device.

NOTE To avoid possible ozone cracks near the clamps, the test pieces may be covered locally by a suitable ozone resistance lacquer.

8.1.5 Exposure to ozone

The conditioned test pieces prepared as in 8.1.4 shall be placed in the middle of the test chamber fitted with a test cock; the test pieces shall be at least 20 mm from each other.

The test pieces shall be maintained at a temperature of $25 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$, unless otherwise specified in the cable standard, and exposed to a circulating current of dry air with the required ozone concentration.

The ozone concentration and the exposure time shall be as specified in the relevant cable standard.

The ozone concentration shall be measured inside of the test chamber in accordance with 8.2.

The air with the required ozone concentration shall have a flow rate of between 280 l/h and 560 l/h, and the air pressure shall be maintained slightly above atmospheric pressure.

8.1.6 Evaluation des résultats

Après la durée d'essai spécifiée, on retire les éprouvettes de la chambre d'essai et on les examine en vision normale ou corrigée, sans appareil grossissant.

L'enveloppe isolante sur la section circulaire de 180°, la plus éloignée de l'attache, ne doit présenter aucune craquelure.

Les surfaces des parties étroites, centrales, des éprouvettes haltères doivent être dépourvues de craquelures.

Les craquelures éventuelles observées à proximité des pinces de serrage ne doivent pas être prises en considération.

8.2 Détermination de la concentration en ozone

8.2.1 Analyse chimique

8.2.1.1 Réactifs

Les réactifs doivent être d'une qualité dite «pour analyse».

De l'eau distillée est utilisée d'un bout à l'autre de l'essai.

- a) Solution indicatrice à l'amidon: Mélanger, en agitant, 1 g d'amidon soluble dans 40 ml d'eau froide et chauffer à ébullition en agitant constamment, jusqu'à ce que l'amidon soit complètement dissous. Diluer avec de l'eau froide à 200 ml environ, ajouter 2 g de chlorure de zinc cristallisé. Laisser la solution reposer, puis décanner le liquide surnageant pour l'utiliser. Renouveler tous les deux ou trois jours.

On peut également utiliser une solution fraîche de 1 g d'amidon dans 100 ml d'eau bouillante.

Lorsqu'on utilise ces solutions d'amidon comme indicateur, ajouter quelques gouttes d'acide acétique (10 %) à la solution que l'on tire.

- b) Solution étalon d'iode: Placer 2 g d'iodure de potassium (KI) et 10 ml d'eau dans un flacon taré et peser le flacon et la solution. Ajouter de l'iode directement à la solution, dans le flacon placé sur le plateau de la balance, jusqu'à ce que la quantité totale d'iode en solution soit voisine de 0,1 g. Peser avec soin la solution à laquelle on a ajouté l'iode et déterminer la quantité d'iode ajoutée à la solution. Retirer le flacon et verser la solution dans un bécher. Laver le flacon tenu au-dessus du bécher avec de l'eau distillée et verser la solution du bécher dans un fiole jaugée à 1 000 ml. Rincer le bécher avec de l'eau distillée, verser dans la fiole jaugée de 1 000 ml et diluer la solution dans le flacon jusqu'à 1 000 ml.

NOTE Cette solution est assez stable si elle est conservée dans un emplacement frais et obscur, dans une bouteille brune bien bouchée.

- c) Solution de thiosulfate de sodium: Préparer une solution de thiosulfate de sodium ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) de concentration égale à celle de la solution étalon d'iode en plaçant environ 0,24 g de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ dans une fiole jaugée de 1 000 ml et diluer à 1 000 ml. Comme cette solution perd graduellement de sa force, on doit la titrer par rapport à la solution normale d'iode les jours où on procède à des essais.

8.1.6 Evaluation of results

After the specified test duration, the test pieces shall be removed from the test chamber and examined with normal or corrected vision without magnification.

The insulation in the 180° section of the bent portion furthest from the tie shall be free from cracks.

The surfaces of the central narrow portions of the dumb-bell test pieces shall be free from cracks.

Any cracks near the clamps shall be disregarded.

8.2 Determination of ozone concentration

8.2.1 Chemical analysis

8.2.1.1 Reagents

The reagents shall be of a recognized analytical reagent quality.

Distilled water shall be used throughout the test.

- a) Starch indicator solution: 1 g of soluble starch shall be stirred into 40 ml of cold water and heated to boiling point with constant stirring until the starch is completely dissolved. This dissolution shall be diluted with cold water to about 200 ml and 2 g of crystallized zinc chloride added. The solution shall be allowed to settle and the supernatant liquid poured off for use. In keeping for periodic use, the solution shall be renewed every two or three days.

Alternatively, a fresh solution of 1 g of soluble starch in 100 ml of boiling water may be prepared.

When either of these starch solutions is used as indicator, a few drops of 10 % acetic acid shall be added to the solution being titrated.

- b) Standard iodine solution: 2 g of potassium iodide (KI) and 10 ml of water shall be placed in a weighing tube, which shall then be weighed. Iodine shall be added directly to the solution in the tube on the balance pan until the total iodine in solution is about 0,1 g. The solution with the added iodine shall be accurately weighed and the amount of added iodine determined. The solution shall then be poured into a beaker; the weighing tube, held over the beaker, shall be washed with water. The solution shall be poured from the beaker into a flask calibrated at 1 000 ml, the beaker rinsed with water into a flask and the solution in the flask diluted to 1 000 ml.

NOTE This solution is fairly stable if kept in a cool dark place in a well-stoppered brown bottle.

- c) Sodium thiosulphate solution: Sodium thiosulphate ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) solution of approximately the same strength as the standard iodine solution shall be prepared by placing about 0,24 g of $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ in a 1 000 ml flask and diluting to 1 000 ml. Since it gradually loses its strength, the solution shall be standardized against the iodine solution on the day of the ozone test.

La concentration E de la solution $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ calculée en équivalent en iode et exprimée en milligrammes d'iode par millilitre de solution est:

$$\frac{F \times C}{S}$$

où

F est le volume de la solution en millilitres;

C est la concentration d'iode en milligrammes par millilitre;

S est le volume de la solution de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ utilisé pour titrer la solution en millilitres.

d) Solution d'iodure de potassium: dissoudre environ 20 g de KI pur dans 2 000 ml d'eau.

e) Acide acétique: préparer une solution à 10 % en volume.

8.2.1.2 Mode opératoire

On fait barboter un volume d'air ozonisé mesuré provenant de la chambre à ozone, dans la solution de KI, ou on recueille un volume d'air ozonisé mesuré et on le mélange à la solution de KI, par un moyen approprié.

Les deux méthodes qui peuvent être utilisées sont décrites ci-après:

- a) On relie une bouteille d'échantillonnage contenant 100 ml de la solution de KI, d'un côté au robinet de prélèvement de la chambre d'essai et de l'autre côté à une burette à gaz de 500 ml. Le tube de verre reliant la bouteille d'échantillonnage au robinet de prélèvement de la chambre d'essai arrive bien au-dessous du niveau de la solution de KI dans la bouteille d'échantillonnage. On ouvre le robinet à deux voies de la burette à gaz à l'atmosphère et on remplit la burette jusqu'à son trait de repère avec de l'eau, en levant la bouteille d'aspiration reliée au bas de la burette. Le robinet de la burette est alors fermé sur l'atmosphère et ouvert sur la bouteille d'échantillonnage et le robinet de prélèvement de la chambre d'essai est ouvert sur la bouteille d'échantillonnage. On abaisse alors la bouteille d'aspiration jusqu'à ce que l'eau ait quitté la burette. Lorsque cela sera fait, 500 ml de gaz de la chambre d'essai auront barboté à travers la solution de KI. Les robinets sont alors fermés et la bouteille d'échantillonnage est enlevée pour le titrage.
- b) On remplit une ampoule à décantation de 400 ml avec la solution de KI et le trou de remplissage est relié au robinet de prélèvement de la chambre d'essai. Le robinet de prélèvement et le robinet d'arrêt au bas de l'ampoule sont ouverts simultanément jusqu'à ce que 200 ml environ de la solution de KI se soient écoulés dans une éprouvette graduée placée sous l'ampoule. Le robinet de prélèvement et le robinet d'arrêt sont fermés rapidement et l'ampoule, qui contient alors un volume égal au volume de la solution de KI dans l'éprouvette graduée, est enlevée et bouchée. L'ampoule est agitée pour produire la réaction complète avec la solution de KI. La solution dans l'éprouvette graduée est testée avec la solution indicatrice à l'amidon pour la présence d'iode libre et si on en détecte, l'échantillon de gaz est rejeté et un autre est prélevé.

La solution de KI qui a réagi avec un volume connu de gaz de la chambre d'essai, quelle que soit la méthode adoptée, est titrée avec la solution étalonée au $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ en utilisant la solution indicatrice à l'amidon.

The strength E of the $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ solution, calculated as iodine equivalence and expressed as milligrams of iodine per millilitre of the solution is:

$$\frac{F \times C}{S}$$

where

F is the volume of the iodine solution in millilitres;

C is the concentration of iodine in milligrams per millilitre;

S is the volume of the $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ solution used to titrate the solution.

- d) Potassium iodide solution: about 20 g of pure KI shall be dissolved in 2 000 ml of water.
- e) Acetic acid: a 10 % solution (by volume) shall be prepared.

8.2.1.2 Procedure

A measured volume of the air containing ozone shall be bubbled from the test chamber through the KI solution, or a measured volume of the air containing ozone shall be collected and mixed with the KI solution by a suitable means.

Two alternative methods which may be employed are:

- a) A sampling bottle containing 100 ml of KI solution is connected to the sampling cock of the test chamber on one side and to a 500 ml gas burette on the other. The glass tube connecting the sampling bottle to the sampling cock of the gas chamber reaches well below the level of the KI solution in the sampling bottle. The two-way stop-cock on the burette is opened to the atmosphere and the burette filled to its full mark with water by lifting the aspirator connected to the bottom of the burette. The stop-cock on the burette is then closed to the atmosphere and opened to the sampling bottle and the sampling cock on the test chamber is opened to the bottle. The aspirator is then lowered until the water is emptied from the burette. When this point is reached, 500 ml of the gas from the test chamber will have bubbled through the KI solution. The stop-cocks are then closed and the bottle withdrawn for titration.
- b) A separating funnel of 400 ml capacity is filled with the KI solution and the filling hole is connected to the test cock of the test chamber. The test cock and the stop-cock on the bottom of the separating funnel are opened simultaneously until about 200 ml of the KI solution have drained into a graduated cylinder placed below it. The test cock and stop-cock are quickly closed and the separating funnel, which then contains a volume of gas equal to the volume of KI solution in the measuring cylinder, is removed and stoppered. The separating funnel shall be shaken to produce complete reaction with the KI solution. The solution in the graduated cylinder shall be tested with a starch indicator for the presence of free iodine and if any is detected, the gas sample shall be rejected and another collected.

The KI solution which has reacted with a known volume of gas from the test chamber, by whatever method adopted, shall be titrated with the standardized $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ solutions using the starch indicator.

8.2.1.3 Calculs

Comme 1 mg d'iode équivaut à 0,1 ml d'ozone à la température et à la pression ambiantes (à la pression et températures moyennes de l'ambiance dans les limites de la précision de cette méthode d'analyse), on peut calculer la teneur en ozone comme suit:

$$\text{Ozone en \% par volume} = \frac{10 \cdot S \cdot E}{V}$$

où

S est le volume de la solution de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ utilisé pour titrer la solution en millilitres;

E est l'équivalent en iode de la solution de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ en milligrammes d'iode par millilitre;

V est le volume de l'échantillon de gaz prélevé en millilitres.

8.2.2 Mesure directe avec ozonimètre

A titre de variante de l'analyse chimique, la concentration d'ozone peut être mesurée directement avec un ozonimètre qui a été étalonné par comparaison avec les valeurs obtenues par la méthode chimique.

9 Essai d'allongement à chaud

9.1 Echantillonnage – Préparation des éprouvettes et détermination de leur section

Deux éprouvettes de gaine et d'enveloppe isolante de chaque conducteur sont utilisées après avoir été préparées et après que leurs sections ont été déterminées comme il est prescrit dans l'article 9 de la CEI 60811-1-1. Les éprouvettes en forme d'haltère doivent être prises dans la partie interne de la gaine et de l'enveloppe isolante après que toutes empreintes et/ou couches semi-conductrices ont été enlevées.

L'épaisseur ne doit pas être inférieure à 0,8 mm, ni supérieure à 2,0 mm. Si l'on ne peut obtenir une épaisseur de 0,8 mm à partir de l'échantillon original, une épaisseur minimale de 0,6 mm est autorisée. On délimite la longueur centrale de 20 mm pour les plus grandes éprouvettes en forme d'haltère, ou de 10 mm pour les plus petites par deux traits de repère sur chaque éprouvette.

9.2 Appareillage d'essai

- L'essai doit se faire dans une étuve comme indique au 8.1 de la CEI 60811-1-2.
- Des mâchoires sont prévues de telle manière que chaque éprouvette puisse être suspendue dans l'étuve par la mâchoire supérieure, des poids étant attachés à la mâchoire inférieure de l'éprouvette.

NOTE La fixation des mâchoires ne devra pas causer une obturation étanche à l'air des deux extrémités de l'éprouvette tubulaire lors de l'essai. A cette fin, tous les moyens appropriés peuvent être employés, par exemple un insérant, au moins à une extrémité, un court segment de broche métallique de dimensions légèrement inférieures à celles de la face interne de l'éprouvette.