

# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE

**Heating cables with a rated voltage of 300/500 V for comfort heating and prevention of ice formation**

**Câbles chauffants de tension assignée 300/500 V pour le chauffage des locaux et la protection contre la formation de glace**



## THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2009 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, 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 either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.

If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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 la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office  
3, rue de Varembe  
CH-1211 Geneva 20  
Switzerland  
Email: [inmail@iec.ch](mailto:inmail@iec.ch)  
Web: [www.iec.ch](http://www.iec.ch)

### About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

### About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

- Catalogue of IEC publications: [www.iec.ch/searchpub](http://www.iec.ch/searchpub)

The IEC on-line Catalogue enables you to search by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

- IEC Just Published: [www.iec.ch/online\\_news/justpub](http://www.iec.ch/online_news/justpub)

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details twice a month all new publications released. Available on-line and also by email.

- Electropedia: [www.electropedia.org](http://www.electropedia.org)

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary online.

- Customer Service Centre: [www.iec.ch/webstore/custserv](http://www.iec.ch/webstore/custserv)

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:

Email: [csc@iec.ch](mailto:csc@iec.ch)  
Tel.: +41 22 919 02 11  
Fax: +41 22 919 03 00

### A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

### A propos des publications CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

- Catalogue des publications de la CEI: [www.iec.ch/searchpub/cur\\_fut-f.htm](http://www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm)

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: [www.iec.ch/online\\_news/justpub](http://www.iec.ch/online_news/justpub)

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille deux fois par mois les nouvelles publications parues. Disponible en-ligne et aussi par email.

- Electropedia: [www.electropedia.org](http://www.electropedia.org)

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International en ligne.

- Service Clients: [www.iec.ch/webstore/custserv/custserv\\_entry-f.htm](http://www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm)

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:

Email: [csc@iec.ch](mailto:csc@iec.ch)  
Tél.: +41 22 919 02 11  
Fax: +41 22 919 03 00



IEC 60800

Edition 3.0 2009-07

# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE

**Heating cables with a rated voltage of 300/500 V for comfort heating and prevention of ice formation**

**Câbles chauffants de tension assignée 300/500 V pour le chauffage des locaux et la protection contre la formation de glace**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

PRICE CODE  
CODE PRIX

U

ICS 29.060.20; 97.100

ISBN 2-8318-1054-8

## CONTENTS

FOREWORD.....	4
INTRODUCTION.....	6
1 Scope and object.....	7
2 Normative references .....	7
3 Terms and definitions .....	8
4 Mechanical classification .....	10
5 Requirement for marking .....	11
6 Requirements for installation instructions .....	12
7 General requirements for construction of cables .....	12
7.1 General.....	12
7.2 Conductors.....	13
7.3 Insulation .....	13
7.4 Electrically conducting screen .....	13
7.5 Armouring .....	13
7.6 Sheath .....	14
7.7 Moisture resistance .....	14
8 Testing.....	14
8.1 Type tests – General requirements.....	14
8.2 Type tests – Detailed test requirements.....	15
8.2.1 Electrical resistance of heating conductors and screen.....	15
8.2.2 Water immersion and temperature cycling test .....	15
8.2.3 Verification of rated output for parallel heating cables.....	16
8.2.4 Verification of start-up current for parallel heating cables .....	17
8.2.5 Penetration test for electrical conductive screen.....	17
8.2.6 Flammability test .....	17
8.2.7 Deformation test for installation classification .....	18
8.2.8 Cold impact test .....	19
8.2.9 Cold bend test.....	20
8.2.10 Ageing test for insulation .....	21
8.2.11 Ageing test for non-metallic sheath.....	21
8.2.12 Compatability test.....	22
8.2.13 UV-resistance test .....	22
8.2.14 Tensile test.....	23
8.2.15 Reverse winding test .....	23
8.2.16 Heat shock test.....	24
8.2.17 Shrinkage test for insulation and sheath .....	24
8.2.18 Hot set test.....	24
8.2.19 Cyclic ageing test for the heating cable .....	24
8.2.20 Cyclic ageing test for splices and end seals.....	25
8.2.21 Checking of the durability of markings .....	25
8.2.22 Abrasion test .....	25
8.2.23 Deformation test for insulation and sheathing materials .....	26
8.3 Routine and sample tests .....	26
8.3.1 Voltage test.....	26
8.3.2 Heating cable resistance and output verification .....	26
8.3.3 Insulation thickness .....	26

8.3.4 Sheath thickness ..... 26

8.3.5 Hot set test..... 27

Bibliography..... 28

Figure 1 – Typical arrangement for testing the splice ..... 18

Figure 2 – Typical arrangement for testing the end seal ..... 18

Figure 3 – Cold bend test..... 21

Figure 4 – Jaws for tensile machine ..... 23

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**HEATING CABLES WITH A RATED VOLTAGE OF 300/500 V  
FOR COMFORT HEATING AND PREVENTION  
OF ICE FORMATION**

## 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 60800 has been prepared by IEC technical committee 20: Electric cables.

This third edition cancels and replaces the second edition, published in 1992, and constitutes a technical revision.

The significant technical changes with respect to the previous edition are as follows:

- introduction of heating cable sets;
- testing of heating cable sets, including the integrated cold-lead, cold-lead splice and end-termination in twin and multicore cable sets, in addition to the heating cable;
- introduction of requirements for installation instructions;
- reduction to two, instead of three, mechanical classes, one for cables intended for installation with a low risk of mechanical damage (M1) and one for cables intended for installation with a higher risk of mechanical damage (M2);
- elimination of reference to specific materials to be used as insulation and sheath;
- introduction of routine and sample tests.

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

FDIS	Report on voting
20/1057/FDIS	20/1066/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 the maintenance result date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

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

The contents of the corrigendum of August 2009 have been included in this copy.

## INTRODUCTION

This International Standard is intended to provide a comprehensive overview of the essential requirements and testing appropriate to electrical resistance heating cables used for comfort heating and prevention of ice formation. While some of this work already exists in national standards or international standards, this standard has collated much of this existing work.

This standard provides a means to verify the electrical, thermal and mechanical durability of resistive heating cables, so that in normal use their performance is without danger to the user or surroundings. Compliance is checked by carrying out all the tests specified in this standard.

# HEATING CABLES WITH A RATED VOLTAGE OF 300/500 V FOR COMFORT HEATING AND PREVENTION OF ICE FORMATION

## 1 Scope and object

This International Standard is applicable to, and specifies requirements for, resistive heating cables for low temperature applications such as comfort heating and the prevention of ice formation. These cables and cable sets may comprise either factory fabricated or field (work-site) assembled units, and which are heating cables assembled in accordance with manufacturer's instructions.

Bare conductors and protected conductors to be supplied at voltages equal to, or less than, 50 V are excluded from the scope of this standard.

NOTE Terminations and gland fittings are outside the scope of this standard.

Typical applications include, but are not limited to:

- surface heating installed in or under surfaces;
- direct and storage heating;
- snow melting and frost protection of roofs, gutters, pipes, etc.

Heating cables for industrial and commercial applications are specified in the IEC 62395 series [1]<sup>1</sup> as are mineral insulated heating cables.

Applications in which the operating sheath temperature exceeds 100 °C are outside the scope of this standard.

The object of this standard is to ensure that electrical resistance heating cables operate safely under their normal defined conditions of use. This is achieved by:

- employing heating cables of the appropriate construction that meet the test criteria detailed in this standard;
- including, for cables with an electrical protective component, a metallic braid, concentric wires or sheath, or other suitable electrically conductive material for protective purposes in case of fault;
- ensuring that the cables operate at safe temperatures with respect to the materials used in the construction of the cables and their installations according to national regulations.

## 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 60050-461, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 461: Electric cables*

IEC 60228, *Conductors of insulated cables*

---

<sup>1</sup> References in square brackets refer to the bibliography.

IEC 60332-1-1, *Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions – Part 1-1: Test for vertical flame propagation for a single insulated wire or cable – Apparatus*

IEC 60332-1-2, *Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions – Part 1-2: Test for vertical flame propagation for a single insulated wire or cable – Procedure for 1 kW pre-mixed flame*

IEC 60811-1-1, *Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables and optical cables – Part 1-1: Methods for general application – 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 and optical cables – Part 1-2: Methods for general application – Thermal ageing methods*  
Amendment 1 (1989)  
Amendment 2 (2000)

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

IEC 60811-1-4, *Common test methods for insulating and sheathing materials of electric and optical cables – Part 1-4: Methods for general application – Tests at low temperature*

IEC 60811-2-1, *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 60811-3-1, *Common test methods for insulating and sheathing materials of electric and optical cables – Part 3-1: Methods specific to PVC compounds – Pressure test at high temperature – Tests for resistance to cracking*

IEC 62395-1:2006, *Electrical resistance trace heating systems for industrial and commercial applications – Part 1: General and testing requirements*

ISO 4892-3:2006, *Plastics – Methods of exposure to laboratory light sources – Part 3: Fluorescent UV lamps*

### **3 Terms and definitions**

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60050-461, together with the following, apply.

#### **3.1 armouring**

mechanical reinforcement of the cable

NOTE The reinforcement can be made of one or more layers of steel wires or braid, or of a metallic sheath or other suitable material.

#### **3.2 cold lead**

electrically insulated conductor or conductors used to connect a heating cable to the branch circuit and designed so that it does not produce significant heat

#### **3.3 connection splice**

sealed splice, connecting the heating cable to the cold lead

**3.4****earthing conductor**

uninsulated conductor which is in good electric contact with the electrical screen along practically the whole length

**3.5****electrical conductive screen**

metallic braid, concentric wires, metallic sheath, or alternative covering with sufficient conductivity so that, when bonded to ground, will cause a residual current device (RCD) to operate under fault condition

**3.6****end termination**

sealed termination, which may be heat producing, connected to the heating cable at the end opposite to that where the power is supplied

**3.7****factory assembled unit or set**

heating cable, including the necessary integral components, assembled by the manufacturer

**3.8****field assembled unit or set**

heating cable supplied in bulk, with the integral components to be assembled at the work site

**3.9****heating cable**

cable, with or without an electrically conductive screen, metallic or equivalent, sheath or armour intended for emitting heat for heating purposes

**3.10****heating cable set**

heating cable with suitable power connection and end termination included

**3.11****heating conductor**

part of a heating cable in which the electrical energy is transformed into heat

**3.12****insulation**

material which insulates each conductor from other conductors or from conducting parts at earth potential

**3.13****integral components**

factory-fabricated or field-assembled electrical terminations and connections, such as heat shrink terminations, moulded end seals or splices, which conform to the general shape of the heating cable and are exposed to the same environments as the heating cable

**3.14****linear power density**

power output in watts per linear metre for the heating cable and heating cable sets

**3.15****operating conductor temperature**

highest allowable continuous temperature of the cable conductor

**3.16**

**operating surface temperature**

highest allowable continuous temperature of the cable surface

**3.17**

**operating voltage**

actual voltage applied to the heating cable when in service

**3.18**

**rated temperature**

temperature assigned to any insulated and sheathed cable which does not result in either the insulation or the sheath being operated in excess of the appropriate operating surface temperature

**3.19**

**rated voltage**

highest allowable voltage between the conductors in a twin and multi conductor cable, or between one conductor and an electrical conductive screen, or between the two ends of a single core cable, or earth in unscreened cables

**3.20**

**rated resistance of individual conductor(s)**

resistance at 20 °C of 1 m of cable

**3.21**

**routine test**

test made by the manufacturer on each manufactured length of cable to check that each length meets the specified requirements

**3.22**

**sample test**

test made by the manufacturer on samples of completed cable or components taken from a complete cable, at specified frequency, so as to verify that the finished product meets the specified requirements

**3.23**

**sheath**

uniform and continuous tubular covering, metallic or non-metallic, enclosing the insulated conductor(s), used for mechanical protection and to protect the cable against influences from the surroundings (corrosion, moisture etc.)

**3.24**

**type test**

tests made before supplying, on a general commercial basis, a type of cable covered by this standard, in order to demonstrate satisfactory performance characteristics to meet the intended application

NOTE These tests are of such a nature, that after they have been made, they need not to be repeated, unless changes are made in the cable materials or design or manufacturing process which might change the performance characteristics.

## **4 Mechanical classification**

The cables in this standard have been divided into two classes which indicate their ability to withstand mechanical forces during and after installation. These classes are as follows:

- mechanical class M1: for cables intended for installation with low risk of mechanical damage.

- mechanical class M2: for cables intended for installation with higher risk of mechanical damage.

The class of any cable is determined by its performance as measured against the requirements in 8.2.7, 8.2.8 and 8.2.14.

NOTE 1 Mechanical class M1: for cables intended for use in applications with low risk of mechanical damage, as for example installed on even surfaces like flat, smooth sub-floors of concrete or wooden materials or thermal insulations, embedded in screeds with no sharp objects, etc.

NOTE 2 Mechanical class M2: for cables intended for use in applications with higher risk of mechanical damage, such as installation on steel reinforcing grids, direct embedding in soil, concrete with sharp objects, roof and gutters, etc.

## 5 Requirement for marking

The product shall be marked by printing, embossing or indenting on the sheath or on a label attached to the product or on a component inside the cable.

NOTE 1 Embossing is not recommended on the insulation.

A label shall be attached to the product in a permanent way and be clearly detectable to the electrical installer.

NOTE 2 The label should preferably be attached to that part of the product which is clearly visible when unpacking the product, ready for installation.

The marking shall at least contain:

- identification of the manufacturer by name and or a symbol;
- the type reference;
- resistance per metre of cable at 20 °C in Ohms per metre if single or twin conductor series resistive cables, or for a parallel cable, power output in Watts per metre at a reference temperature. For series resistive cables with more than two conductors the resistance of each conductor shall be clearly marked;
- mechanical classification;
- the rated voltage for parallel heating cables or maximum operating voltage for series heating cables;
- if applicable, “only for installation in concrete”.

The distance between the end of one complete set of marks and the beginning of the next shall not exceed:

- 550 mm, if the marking is on the sheath;
- 275 mm, if the marking is on a component inside the cable.

If the units are factory assembled, the following additional information shall be provided:

For series resistive units:

- nominal voltage;
- total wattage;
- total resistance.

For parallel resistive units:

- power output in Watts per metre at a reference temperature or total wattage.

Printed marking shall be durable. Compliance with this requirement shall be checked by the test given in 8.2.21.

The above are the minimum requirements and suppliers are free to add any additional information which may be useful.

NOTE 3 Traceability is recommended, for example week/year.

NOTE 4 National regulations may give other requirements.

## 6 Requirements for installation instructions

The manufacturer shall provide product specific installation instructions for heating cables, heating cable sets and components. The instructions shall be clearly identified as to the products and locations that apply, and shall include the following information:

- a) the intended use(s), either by general application type or by specific listed application;
- b) a means of isolating all line conductors from the supply;
- c) over-current protection provided;
- d) the statement “Residual current device (RCD) protection is required”;
- e) for mechanical classification M1 heating cables, intended for reduced levels of mechanical forces, the statement “Caution: Do not use in areas subject to high mechanical loads or impact”;
- f) an applicable statement to indicate that any metal sheath, braid, screen or equivalent electrically conductive covering of the heating cable shall be connected to an earth terminal;
- g) minimum installation temperature;
- h) minimum bending radius;
- i) the statement: “The presence of the heating cable shall be made evident by the posting of caution signs or markings, such as in the fuse box, at appropriate locations, such as at the power connection fittings and/or at frequent intervals along the circuit and be part of any electrical documentation following the installation”;
- j) if applicable, the statement “The heating cable shall only be installed in concrete”.

The above are the minimum requirements and suppliers are free to add any additional information which may be useful.

NOTE National regulations, or in their absence, the IEC 60364 series [2], may give other requirements.

## 7 General requirements for construction of cables

### 7.1 General

The cables shall be designed and constructed so as to give electrical, thermal and mechanical durability, and so that, in normal use, their performance is without danger to the user or surroundings.

All integral components shall comply with this standard. All others shall comply with relevant product standards.

Compliance is checked by all the requirements and tests specified in this standard.

All parts of a heating cable intended for use in contact with potable water shall be constructed of materials that meet relevant national or local requirements.

## 7.2 Conductors

Conductors shall consist of one or more wires of pure or alloyed metal. In the case of conductors consisting of pure copper coated with a metallic coating, the metallic coating shall be appropriate to the conductor operating temperature. The resistance of the conductors at  $20\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$  shall be in accordance with the values given by the manufacturer with a maximum tolerance of  $\begin{matrix} +10 \\ -5 \end{matrix}$  %.

The heating conductor material used shall not have a negative temperature coefficient of resistance. Compliance shall be checked according to the test in 8.2.1.

## 7.3 Insulation

The insulating materials used in heating cables shall be suitable for the intended use. This shall be verified by meeting the tests and the requirements given in this standard.

The minimum average value of the insulation thickness shall be stated by the manufacturer, and measured according to IEC 60811-1-1, and meet the minimum requirement specified in 8.3.4.

## 7.4 Electrically conducting screen

When applicable and required, heating cables shall be provided with an evenly distributed electrically conductive metallic screen, or electrically conductive metallic sheath, tape or laminate or other suitable electrically conductive material. The metallic screen or electrically conductive material shall enable protection device(s) to operate as intended.

NOTE 1 For cables without an electrically conducting screen, additional national requirements may apply.

The resistance of the conductive sheath or screen, inclusive of a separate earthing conductor which shall be in contact with the sheath or screen, shall be not higher than the resistance of each conductor in the cable or higher than the resistance of a plain copper conductor having  $0,5\text{ mm}^2$  cross-sectional area as given for a class 1 conductor according to IEC 60228, whichever is the lesser. The combined resistance of any earthing conductor included with this screen or sheath shall not be greater than that of a  $0,5\text{ mm}^2$  copper conductor. A number of copper wires may be included in order to comply with the requirements.

NOTE 2 In some countries, national regulations require the resistance to be less than that of  $0,5\text{ mm}^2$  copper conductors.

Compliance shall be checked as described in 8.2.1.

If conductive sheath or screen alone is used as the earthing conductor, the resistance measured shall be the total resistance including the earthing connections delivered with the cable.

Electrically conductive screens shall be so constructed as to prevent the penetration of foreign substances greater than 1 mm in diameter into the insulation without touching the screen. Compliance shall be checked by the test specified in 8.2.5.

## 7.5 Armouring

Separate armouring, if any, may consist of metallic or non-metallic wires, sheath, tape or laminate. If metallic, it shall not be applied directly on to the metallic sheath if any, but shall be separated from this by a protective layer of suitable insulating material which can withstand the mechanical abuse and the temperatures which can occur under normal use, and protects the metallic sheath against corrosion.

Electrically conductive armouring shall be so constructed as to prevent the penetration of foreign substances greater than 1 mm in diameter into the insulation without touching the armouring. Compliance shall be checked by the test as specified in 8.2.5.

If the armouring is based on a conductive material the same requirements as specified for the electrically conductive screen shall apply.

NOTE National regulations may give other requirements.

## 7.6 Sheath

The sheathing materials used in heating cables shall be suitable for the intended use. This shall be verified by meeting the tests and the requirements given in this standard. A non-metallic outer sheath shall give mechanical and/or corrosion protection dependent on the type of cable.

The minimum average value of the sheath thickness shall be stated by the manufacturer and measured according to IEC 60811-1-1, and meet the minimum requirement specified in 8.3.5.

## 7.7 Moisture resistance

Heating cables shall comply with the requirements as stated in 8.2.2.

NOTE This requirement is comparable with class IPX7 as defined in IEC 60529 [3].

# 8 Testing

## 8.1 Type tests – General requirements

For heating cables intended to be supplied in bulk, a 5 m sample of the heating cable shall be used for testing, if not otherwise specified.

For heating cable sets which are factory assembled, including cold lead, splice and end seal, the complete heating cable set shall be used for testing. Alternatively a 5 m sample of cable may be tested. The various parts such as cold lead, connection splice and end termination may be assembled on a dummy length of cable and tested separately.

For heating cables intended to be field assembled, the connections and end terminations to be used and specified by the manufacturer shall be assembled, according to the manufacturer's instructions, with the heating cable to form a heating cable set. The complete heating cable set shall be tested. Alternatively a 5 m sample of cable may be tested. The various parts such as cold lead, connection splice and end termination may be assembled on a 5 m dummy length of cable and tested separately, if not otherwise specified.

All sample components used shall be typical examples from what is supplied to the market or intended to be supplied to the market.

Tests shall be conducted at a room temperature between 20 °C and 25 °C, unless otherwise specified.

Unless otherwise specified, the test voltage shall be a.c. at a frequency between 49 Hz and 61 Hz of approximately sinusoidal waveform.

For a parallel resistive cable, the power output in Watts per metre shall be checked according to the test in 8.2.3.

For a parallel resistive cable, the start-up current shall be checked according to the test in 8.2.4.

Separate samples may be used for each test unless otherwise specified. These shall be prepared in accordance with the manufacturer's recommendations.

If a sample does not meet a specified requirement, two new complete sets of samples shall be tested. If both pass the test requirement, the cable shall be deemed to meet the test.

## **8.2 Type tests – Detailed test requirements**

### **8.2.1 Electrical resistance of heating conductors and screen**

The resistance of the conductor(s) and screen, if any, shall be measured by any suitable means on samples at least 1 m long. Two measurements shall be taken for the individual conductors, the first at ambient temperature and the second at a temperature of 100 °C. The measurement at ambient temperature, corrected to 20 °C ± 1 °C, shall determine whether or not the resistance value specified by the manufacturer has been achieved, both for the conductors and the screen.

The measurement at the higher temperature shall be compared with that at ambient temperature to confirm that the individual conductor(s) does not have a negative temperature coefficient of resistance.

### **8.2.2 Water immersion and temperature cycling test**

#### **8.2.2.1 General remark**

A 5 m sample shall be subjected to two ageing cycles and shall be immersed for a total of 56 h in potable water at a temperature of 20 °C ± 5 °C for 8 h, 80 °C ± 5 °C for 16 h, 20 °C ± 5 °C for 8 h, 80 °C ± 5 °C for 16 h and 20 °C ± 5 °C for 8 h, i.e. 8 h + 16 h + 8 h + 16 h + 8 h.

The sample shall be transferred to preheated water containers between each sub-cycle. The temperature in the water containers must be controlled, for example by placing them in preheated cabinets according to IEC 60811-1-2

Heating cable sets, including factory assembled cold lead, splice and end seal shall be subjected to this test after being assembled to a suitable heating cable.

Splices and end seals intended for heating cables for field assembly shall be subjected to this test after being assembled to a suitable heating cable and with cold leads.

All heating cable types and heating cable sets must be tested, except if they are clearly identified as not to be used in wet or humid conditions.

The sample may be transferred from the ageing water immersion unit to another water immersion unit for the dielectric testing described in 8.2.2.2 and the electrical insulation resistance test described in 8.2.2.3. The water temperature of both shall be 20 °C ± 5 °C.

#### **8.2.2.2 Dielectric test**

A 5 m sample shall be submerged in potable water with uncovered ends of the sample protruding sufficiently to avoid flashover at the prescribed voltage. The metallic or other equivalent electrically conductive sheath shall be removed from the ends of the sample in order to prevent breakdown at these points.

Cables which have not been factory assembled and which are supplied with special connections shall be tested with these connections submerged in water.

For a twin- and multi-conductor series resistive cable where the conductors are electrically insulated from each other, the voltage shall be applied between the conductors and between the conductors connected together and the metallic or equivalent conducting material, sheath, armour or screen and water if no armour or screen is part of the cable construction.

For single conductor series heating cables with a metallic, or equivalent conducting material, sheath, armour or screen the voltage shall be applied between the conductor and the sheath, armour or screen.

For single conductor series heating cables without a metallic, or equivalent conducting material, sheath, armour or screen the cable shall be submerged in water with the ends protruding from the water to avoid flashover at the ends. The voltage shall be applied between the conductor and the water,

For parallel resistive cables the voltage shall be applied between the conductors connected together and the metallic sheath, braid, screen or equivalent electrically conductive covering.

Dielectric strength for insulated heating wires shall be tested by placing the insulated wire in potable water. The voltage shall be applied between the conductor and the water.

An a.c. test voltage of 2 000 V shall be applied for 5 min. The test voltage shall be increased gradually and the prescribed value reached in a time of 2 s to 10 s.

No breakdown shall occur.

### **8.2.2.3 Electrical insulation resistance test**

The electrical insulation resistance shall be measured on the test sample(s) prepared in accordance with 8.2.2.1, after the dielectric test in 8.2.2.2 has been carried out.

Non-screened cables shall be tested, submerged in water, with any layer(s) outside the insulation removed.

For single conductor, series resistive cables, the resistance of the electrical insulation shall be measured between the conductor and the metallic or equivalent conducting material, sheath or armour or conductive screen.

For a multi-conductor series resistive cable, where the conductors are electrically insulated from each other, the resistance of the insulation shall be measured between the conductors connected together and the metallic, or equivalent conducting material, sheath or armour or conductive screen, and also between each conductor in turn with the remaining conductor(s) connected together.

For parallel cables the resistance shall be measured between the conductors connected together and the metallic sheath, braid, screen or equivalent electrically conductive covering.

The insulation resistance shall be measured by means of a d.c. voltage of 1 000 V, 1 min after application of the voltage, with the positive pole to the water. The measured value shall be not less than 50 M $\Omega$ .

### **8.2.3 Verification of rated output for parallel heating cables**

The rated output shall be verified by the method described in IEC 62395-1 [4].

#### **8.2.4 Verification of start-up current for parallel heating cables**

The start-up current of the heating cable shall be measured as described in IEC 62395-1 [4].

#### **8.2.5 Penetration test for electrical conductive screen**

A steel test pin with a diameter of 1 mm shall be pushed through the conductive screen into the insulation when the cable is straight and also when it is wound onto a mandrel of diameter equal to five times the diameter, or the minor axis of the cable.

Three samples shall be tested.

It shall not be possible to push the test pin into the insulation, touching a live conductor, without touching the screen. This shall be verified by activating a residual current device (RCD) which operates at a maximum of 30 mA. The test shall be conducted at rated voltage, and with the test pin not connected to earth when the RCD is connected between the branch supply and the sample, and according to the RCD supplier's instruction.

NOTE Electrically insulated and earth connected tools should be used when voltage is applied to the sample.

#### **8.2.6 Flammability test**

Heating cables intended to be installed and embedded in concrete, mortar or other non combustible materials shall be exempt from this test. This does not apply to cold leads in heating cables sets, i.e. cold leads shall be flame retardant.

A flammability test shall be performed on heating cables and cold leads with the test apparatus described in IEC 60332-1-1 and the procedure and requirements described in IEC 60332-1-2. The requirement for charring extending downwards does not apply when the end seal forms the lower part of the sample.

The test shall be performed on the heating cable and all integral components of a heating cable set.

If a product constitutes splice and end seal components, samples shall be prepared so that each component and the cables are tested separately, and so that the middle part of the splice or end seal forms the part of the cable sample to which the test flame is applied, and the heating cable and/or the cold-lead forms the upper part of the sample (see Figures 1 and 2). When the end seal is tested the sample may be supported by a 0,5 mm to 1,0 mm diameter steel wire with a weight necessary to keep the sample in a stable position.

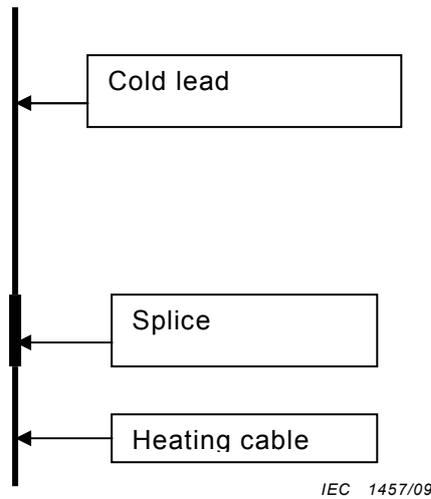


Figure 1 – Typical arrangement for testing the splice

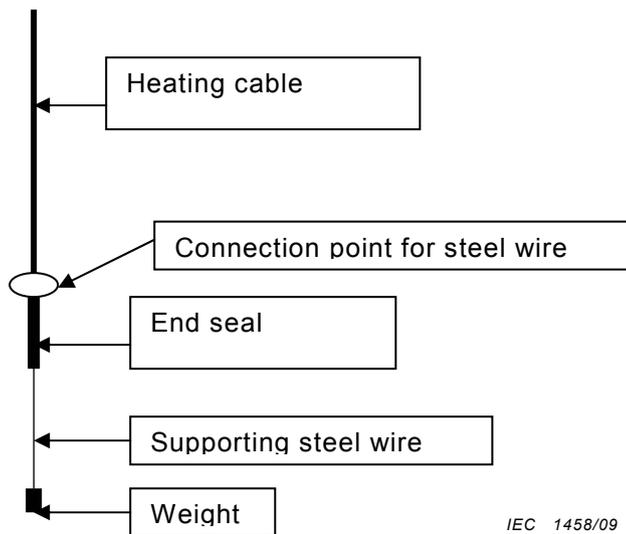


Figure 2 – Typical arrangement for testing the end seal

## 8.2.7 Deformation test for installation classification

### 8.2.7.1 General remark

Heating cables shall be capable of withstanding the mechanical forces to which they will normally be subjected during installation and while in service. The cables are therefore grouped into two classes: mechanical class M1 with mechanical compression requirements as defined in 8.2.7.2, and mechanical class M2 as defined in 8.2.7.3.

The test also applies to integral components such as connection splice, end seal and cold lead which are factory mounted or intended to be field assembled and with the accessories specified by the manufacturer.

### **8.2.7.2 Class M1: cables intended for installation with low risk of mechanical damage**

Three samples of minimum 200 mm length of the completed cable shall be placed individually, at a temperature of  $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ , on top of, and at right angles to, a cylindrical steel rod 6 mm in diameter resting upon a flat steel support.

A force of 600 N shall be applied without shock at any point of intersection of the test piece and the steel rod by means of a rigid plate 100 mm by 100 mm. After the force has been applied for 30 s, the test piece still under load shall be capable of withstanding, without breakdown, a voltage of 1 500 V a.c. for 30 s. The voltage shall be applied between the conductor(s) and the metallic or other equivalent material, screen, braid or sheath. For cables without screen, the voltage shall be applied between the conductor(s) and the steel rod. If the cable has more than one conductor, the voltage test shall also be applied between the phase conductors.

There shall be no cracks in the outer layer visible by visual inspection.

None of the screen wires or conductors shall be broken as seen by visual inspection after cutting out the sheath and insulation.

### **8.2.7.3 Class M2: cables intended for installation with higher risk of mechanical damage**

Three samples of minimum 200 mm length of the completed cable shall be placed individually, at a temperature of  $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ , on top of, and at right angles to, a cylindrical steel rod 6 mm in diameter resting upon a flat steel support.

A force of 1 500 N shall be applied without shock at any point of intersection of the test piece and the steel rod by means of a rigid plate 100 mm by 100 mm. After the force has been applied for 30 s, the test piece still under load shall be capable of withstanding, without breakdown, a voltage of 1 500 V a.c. for 30 s. The voltage shall be applied between the conductor(s) and the metallic or other equivalent material, screen, braid or sheath. For cables without screen, the voltage shall be applied between the conductor(s) and the steel rod. If the cable has more than one conductor, the voltage test shall also be applied between the phase conductors.

There shall be no cracks in the outer layer visible by visual inspection.

None of the screen wires or conductors shall be broken as seen by visual inspection after cutting out the sheath and insulation.

### **8.2.8 Cold impact test**

This test is to be carried out at  $-5\text{ °C}$ , or the lowest installation temperature specified by the manufacturer, whichever is lower.

The test shall be carried out on three samples, of a minimum length of 0,5 m, using the impact test apparatus described in IEC 60811-1-4.

A heating cable having a non-circular cross-section shall be so positioned that the impact is applied along the minor axis.

Heating cables and heating cable sets according to class M1 shall be subjected to this test with impact energy of 2 Joules.

NOTE 1 This may be achieved e.g. by a falling mass of 500 g from a height of 400 mm.

Heating cables and heating cable sets according to class M2 shall be subjected to this test with impact energy of 4 Joules.

NOTE 2 This may be achieved e.g. by a falling mass of 1 000 g from a height of 400 mm.

This test also applies to connection splice, end-termination and cold lead which are factory mounted or intended to be field assembled and accessories specified by the manufacturer.

After the impact test, the test piece shall be capable of withstanding, without breakdown, a voltage of 1 500 V a.c. for 30 s and according to the procedure in 8.2.2.2.

For cables with metallic or other equivalent material, screen, armour or sheath the voltage shall be applied between the conductor(s) and the screen, armour or sheath and the apparatus.

In the case of unscreened cables, the test pieces shall be submerged in water for 5 min before the test voltage is applied, with the test piece still in water and with earth connected to the water.

All samples shall pass the test requirements.

If one or more of the samples fails to meet the requirement, two new complete sets of samples (3 + 3) shall be tested. If both sets pass the test requirement, the cable shall be deemed to meet the test.

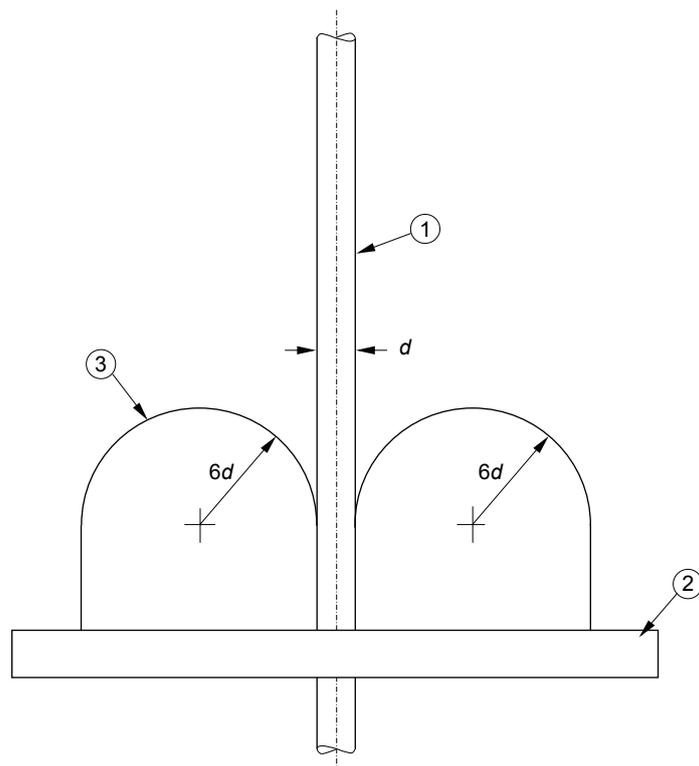
### **8.2.9 Cold bend test**

The apparatus used for the cold bend test is shown in Figure 3, with the radius of the mandrel as shown, or with the radius equal to the manufacturer's stated minimum bend radius. A sample of heating cable shall be fixed in the apparatus as shown. The apparatus and sample shall be placed in a refrigerated compartment and maintained at  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ , or at the manufacturer's minimum recommended installation temperature, whichever is lower for a period not less than 4 h. At the end of this period, the sample shall be bent through  $90^{\circ}$  around one of the mandrels, then bent through  $180^{\circ}$  in the opposite direction over the second mandrel and then straightened to its original position. All the bending operations shall be carried out in the same plane. This cycle of operation shall be performed three times and the rate of bend shall not be faster than 5 s per cycle.

This test only applies to the heating cable and the cold lead, if any.

Conformity is verified by testing the electrical insulation in accordance with 8.2.2.2 without submersion in water for screened cables and with unscreened cables submersed in water for 5 min before the test voltage is applied, with the test piece still in water.

The installation instructions provided by the manufacturer shall state the minimum installation temperature and the minimum bending radius.



IEC 1663/06

**Key**

- 1 sample
- 2 base
- 3 mandrel
- d cable diameter or thickness for primary bending plane

**Figure 3 – Cold bend test****8.2.10 Ageing test for insulation**

The insulation shall be aged in a heating cabinet according to 8.1.3.1 of IEC 60811-1-2:1985. Unaged and aged samples shall be tested for tensile strength and elongation at break according to IEC 60811-1-1.

The ageing shall be performed for 14 days at 135 °C.

The unaged value for the tensile strength shall be minimum 12,5 MPa.

The unaged minimum value for the elongation at break shall be minimum 150 %.

There shall be no variation greater than  $\pm 25$  % from the original/unaged value for the tensile strength and no variation greater than  $\pm 25$  % from the original/unaged value for the elongation at break.

**8.2.11 Ageing test for non-metallic sheath**

If provided, the sheath shall be aged in a heating cabinet according to 8.1.3.1 of IEC 60811-1-2:1985. Unaged and aged samples shall be tested for tensile strength and elongation at break according to IEC 60811-1-1.

The material has to pass the test described in method A or method B, as described below.

**Method A:** the ageing shall be performed for 60 days at 10 K above the manufacturer's defined maximum cable surface temperature, but at least at 110 °C.

The unaged value for the tensile strength shall be minimum 10 MPa.

The unaged minimum value for the elongation at break shall be minimum 100 %.

There shall be no variation bigger than  $\pm 25$  % from the original, unaged value for the tensile strength and no variation bigger than  $\pm 25$  % from the original, unaged value for the elongation at break.

**Method B:** the ageing shall be performed for 14 days at 35 K above the manufacturer's defined maximum cable surface temperature, but at least at 135 °C.

The unaged value for the tensile strength shall be minimum 10 MPa.

The unaged minimum value for the elongation at break shall be minimum 100 %.

There shall be no variation bigger than  $\pm 25$  % from the original, unaged value for the tensile strength and no variation bigger than  $\pm 25$  % from the original, unaged value for the elongation at break.

#### 8.2.12 Compatibility test

A complete cable sample shall be aged for 14 days at 110 °C.

Three samples shall be tested from the insulation and sheath.

There shall be no variation greater than  $\pm 25$  % from the original, unaged value for the tensile strength and no variation greater than  $\pm 25$  % from the original, unaged value for the elongation at break both for the insulation and the sheath measured according to IEC 60811-1-1.

#### 8.2.13 UV resistance test

Three samples of the outermost components of the heating cable or heating cable set shall be tested with the apparatus described in ISO 4892-3, using type 1A (UVA-340) fluorescent UV lamp.

The samples shall be exposed to UV light for 8 h at 60 °C followed by 4 h of condensation at 50 °C. This cycle shall be repeated continuously for a total of 2 000 h.

After ageing for 2 000 h, a visual inspection for cracks shall be performed.

This test shall be applied to all cables except cables that are explicitly stated by the manufacturer not to be used for outdoor application, or to be subjected to other sources of UV radiation.

Heating cables having a continuous metal sheath with no outer non-metallic sheath shall be exempt from this test.

Heating cables that are only intended for being embedded in mortar or inside a floor or ceiling structure shall be exempted from this test.

NOTE There is an alternative UV test using a Xenon-arc light source as described in ISO 4892-2 [5]. A test procedure and requirements of equivalent severity to those above will be considered for the next revision of this standard.

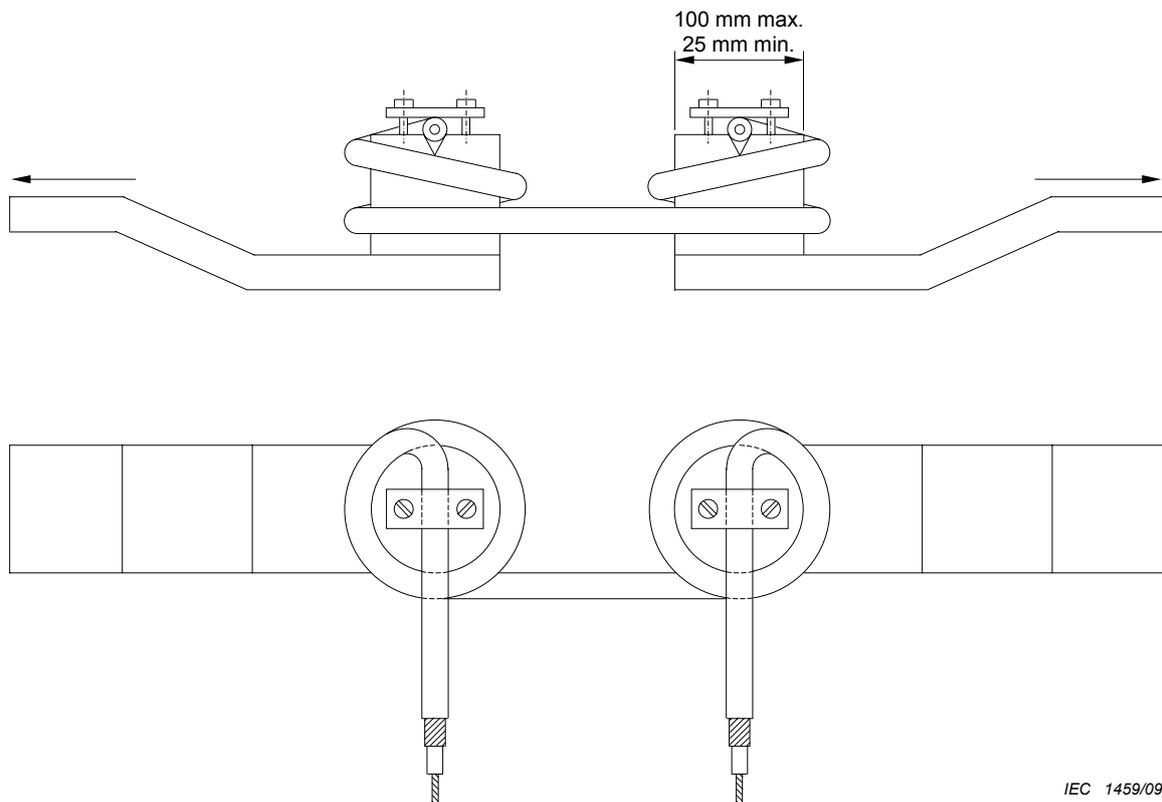
### 8.2.14 Tensile test

Samples of completed heating cables, including cold lead, and splice (factory made or field assembled supplied with the cable) where this is a part of the finished product, shall be tested on a tensile machine equipped with jaws of a similar design to Figure 4. The sample shall be arranged in the jaws as shown in Figure 4. The initial separation of the jaws shall be 150 mm. The jaw separation rate shall be 50 mm/min. The conductors shall be monitored for continuity and the samples shall be continuously examined for evidence of failure of any constituent part of the cable. The load at which such evidence is first detected shall be deemed to be the failure load.

Three samples shall be tested and the minimum measured failure load quoted as the test result.

All completed cables shall be subjected to a tensile test and shall withstand a minimum force of 120 N.

Furthermore, cables designated mechanical class M2 shall withstand a minimum tensile force of 300 N.



IEC 1459/09

Figure 4 – Jaws for tensile machine

### 8.2.15 Reverse winding test

A piece of the completed cable shall be wound on to a mandrel, under a sufficient tensile load to form a close helix of at least three turns. The mandrel diameter shall be six times the overall diameter for unscreened and screened cables, and 15 times the overall diameter for armoured cables, or the minimum bending diameter specified by the manufacturer. For flat cables, the minor dimension of the cable shall be used in place of diameter.

The complete test shall comprise six test cycles, each cycle consisting of the winding of the cable onto the mandrel, unwinding and re-winding in the reverse direction so that the surface of the cable inside the helix during the first winding shall be on the outside surface of the helix upon re-winding. After visual inspection, there shall be no signs of damage on any part of the cable after this test. Slight puckering of the sheath shall not be considered as a failure.

On completion of the reverse winding, the test piece shall be subjected to the dielectric test in 8.2.2.2, but with a water immersion period of 1 h prior to the voltage test.

The dielectric test shall be performed between conductors and between conductors and screen as applicable

#### **8.2.16 Heat shock test**

The heating part of the cable shall be wound on to a mandrel with six turns, six times the sample outer diameter and placed in a heating cabinet at 150 °C for 1 h. If the individual turns of the sample melt or stick together, the test shall be performed at 125 °C for 8 h.

Three samples shall be tested.

There shall be no cracks in the outer layer visible by visual inspection.

#### **8.2.17 Shrinkage test for insulation and sheath**

##### **a) Insulation**

Two samples, each 200 mm in length, shall be tested according to IEC 60811-1-3.

The test shall be carried out at a temperature of 130 °C for 1 h.

The average shrinkage of the two samples shall be less than 4 %.

##### **b) Sheath**

Two samples shall be tested according to IEC 60811-1-3. The length of the samples shall be in accordance with IEC 60811-1-3.

The test is carried out at a temperature of 130 °C for 1 h.

The average shrinkage of the two samples shall be less than 4 %.

#### **8.2.18 Hot set test**

Cross-linked insulation and sheathing materials shall be checked for cross-linking degree by the hot set test method described in IEC 60811-2-1 at a temperature of 200 °C.

The maximum allowable elongation under load shall be 175 % and maximum permanent elongation after cooling shall be 15 %.

#### **8.2.19 Cyclic ageing test for the heating cable**

For heating cables intended to be installed in screeds or concrete, 5 samples of the non-metallic outer layer of the cable, prepared according to IEC 60811-1-1, shall be subjected to a cyclic ageing test for 6 weeks at the following test conditions:

- one cycle = one week;
- dry ageing: 120 h at 120 °C in air;

- wet ageing in an alkaline water solution at 50 °C for 48 h.

The water solution shall have a pH >12 and be made of potable water, CaCO<sub>3</sub> and Ca(OH)<sub>2</sub>, adjusting the pH with the Ca(OH)<sub>2</sub>. The samples shall be placed in a jar, filled with the water solution, in a heating cabinet according to IEC 60811-1-2.

NOTE 1 It is recommended that the jar be covered with aluminium foil or a lid during the ageing period for reason of evaporation of the fluid.

NOTE 2 50 g of CaCO<sub>3</sub> per litre and 2 g to 3 g of Ca(OH)<sub>2</sub> per litre of water has been found as approximate amounts to achieve a saturated solution of CaCO<sub>3</sub> and the necessary pH of the water solution, but adjustments may be necessary after each cycle due to evaporation of water. The pH is tested by using commercially available pH-paper with good sensitivity in the alkaline part of the pH-scale.

After 6 cycles the tensile strength and elongation at break shall be measured according to IEC 60811-1-1.

The variation from unaged samples shall be less than 25 % for the tensile strength and 25 % for the elongation at break.

### 8.2.20 Cyclic ageing test for splices and end seals

Five dummy samples between 0,25 m and 0,5 m in length of heating cable sets intended to be installed in screeds or concrete, with incorporated end seals and/or splices shall be subjected to a cyclic ageing test for 6 weeks at the following test conditions:

- one cycle = one week in alkaline water solution.

The water solution shall have a pH >12 and be made of potable water, CaCO<sub>3</sub> and Ca(OH)<sub>2</sub>, adjusting the pH with the Ca(OH)<sub>2</sub>.

NOTE 1 It is recommended that the jar be covered with aluminium foil or a lid during the ageing period for reason of evaporation of the fluid.

NOTE 2 50 g of CaCO<sub>3</sub> per litre and 2 g to 3 g of Ca(OH)<sub>2</sub> per litre of water has been found as approximate amounts to achieve a saturated solution of CaCO<sub>3</sub> and the necessary pH of the water solution, but adjustments might be necessary after each cycle due to evaporation of water. The pH is tested by using commercially available pH-paper with good sensitivity in the alkaline part of the pH-scale.

The samples shall be placed in a jar at 50 °C for one week in a heating cabinet according to IEC 60811-1-2. Cover the jar with aluminium foil during the ageing period. After this time, the jar with the samples shall be naturally cooled to room temperature. The insulation resistance shall be measured between the conductor(s) and the screen, and between the conductor(s) and the water solution/earth.

The insulation resistance shall be measured in accordance with 8.2.2.3.

The measured value shall never be less than 50 MΩ.

### 8.2.21 Checking of the durability of markings

Compliance shall be checked by trying to remove the marking by rubbing lightly ten times with a piece of cotton wool or cloth soaked in water.

The marking shall be legible with normal or corrected vision after the test has been performed.

### 8.2.22 Abrasion test

Under consideration.

### 8.2.23 Deformation test for insulation and sheathing materials

The tests shall be made according to IEC 60811-3-1 and at a temperature of 90 °C both for the insulation and sheath.

The deformation shall not be more than 50 % of the initial thickness of the sample.

## 8.3 Routine and sample tests

### 8.3.1 General remark

The high voltage test and resistance test are routine tests while the other tests are sample tests.

Every heating cable set shall be tested for high voltage and unit resistance as routine tests.

### 8.3.2 Voltage test

Each supplied length or item, whether in bulk or individually produced heating cable set, shall be subjected to a dielectric test

The voltage test shall be performed between conductors and between conductors and screen, as applicable.

For heating cable sets <300 m in length, the test shall be carried out at 2,5 kV a.c. for at least 5 s.

For long bulk heating cables, the test shall be carried out at 2,5 kV a.c. for 1 min or at 3,5 kV d.c. for 1 min.

No breakdown shall occur.

### 8.3.3 Heating cable resistance and output verification

The output rating for each shipped length of electric heating cable shall be verified by measurement of the d.c. resistance or current at a given voltage and temperature.

For d.c. resistance and conductance, the resistance of the heating element per metre of conductor length at 20 °C  $\pm$  1 °C shall be in accordance with the values given by the manufacturer with a maximum tolerance of  $\pm 10$  %, unless otherwise specified. The value of current at a given voltage and temperature shall be within the manufacturer's tolerance.

### 8.3.4 Insulation thickness

The minimum average value of the insulation thickness shall be stated by the manufacturer.

The measurement of insulation shall be measured according to the method described in IEC 60811-1-1.

The thickness at any place shall not be less than the minimum average value minus 15 %.

### 8.3.5 Sheath thickness

The minimum average value of the sheath thickness shall be stated by the manufacturer.

The measurement of sheath shall be measured according to the method described in IEC 60811-1-1.

The thickness at any place shall not be less than the minimum average value minus 20 %.

### **8.3.6 Hot set test**

Cross-linked insulation and sheathing materials shall be checked for cross-linking degree by the test method described in IEC 60811-2-1 at a temperature of 200 °C.

The maximum allowable elongation under load is 175 % and maximum permanent elongation after cooling is 15 %.

## Bibliography

- [1] IEC 62395 (all parts), *Electrical resistance trace heating systems for industrial and commercial applications*
  - [2] IEC 60364 (all parts), *Low-voltage electrical installations*
  - [3] IEC 60529, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*
  - [4] IEC 62395-1, *Electrical resistance trace heating systems for industrial and commercial applications – Part 1: General and testing requirements*
  - [5] ISO 4892-2:2006, *Plastics – Methods of exposure to laboratory light sources – Part 2: Xenon-arc lamps*
-

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE.  
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	32
INTRODUCTION.....	34
1 Domaine d'application et objet.....	35
2 Références normatives.....	35
3 Termes et définitions .....	36
4 Classification mécanique .....	39
5 Exigences relatives au marquage .....	39
6 Exigences relatives aux instructions d'installation.....	40
7 Exigences générales pour la construction des câbles .....	41
7.1 Généralités.....	41
7.2 Ames conductrices .....	41
7.3 Enveloppe isolante .....	41
7.4 Ecran conducteur électrique .....	41
7.5 Armure .....	42
7.6 Gaine .....	42
7.7 Résistance à l'humidité .....	42
8 Essais .....	43
8.1 Essais de type – Exigences générales.....	43
8.2 Essais de type – Exigences détaillées des essais .....	43
8.2.1 Résistance électrique des âmes chauffantes et de l'écran .....	43
8.2.2 Immersion dans l'eau et essai de cycle thermique .....	44
8.2.3 Vérification de la puissance assignée des câbles chauffants parallèles.....	45
8.2.4 Vérification du courant de démarrage pour les câbles chauffants parallèles.....	45
8.2.5 Essai de pénétration pour les écrans conducteurs électriques .....	45
8.2.6 Essai d'inflammabilité .....	46
8.2.7 Essai de déformation pour la classification d'installation.....	47
8.2.8 Essai de choc à froid .....	48
8.2.9 Essai d'enroulement à froid .....	49
8.2.10 Essai de vieillissement pour l'enveloppe isolante.....	50
8.2.11 Essai de vieillissement pour les gaines non métalliques .....	50
8.2.12 Essai de compatibilité.....	51
8.2.13 Essai de résistance aux UV .....	51
8.2.14 Essai de traction.....	52
8.2.15 Essai d'enroulements alternés .....	53
8.2.16 Essai de choc à chaud.....	53
8.2.17 Essai de retrait de l'enveloppe isolante et de la gaine .....	54
8.2.18 Essai d'allongement à chaud .....	54
8.2.19 Essai de vieillissement cyclique pour les câbles chauffants .....	54
8.2.20 Essai de vieillissement cyclique pour les jonctions et les terminaisons scellées .....	55
8.2.21 Contrôle de la tenue des marquages .....	55
8.2.22 Essai d'abrasion .....	55
8.2.23 Essai de déformation sur les matériaux d'isolation et de gainage .....	55
8.3 Essais de série et essais d'échantillonnage.....	55

8.3.1	Essai de tension .....	56
8.3.2	Vérification de la résistance et de la puissance du câble chauffant .....	56
8.3.3	Épaisseur de l'enveloppe isolante.....	56
8.3.4	Épaisseur de la gaine .....	56
8.3.5	Essai d'allongement à chaud .....	56
	Bibliographie.....	58
	Figure 1 – Exemple d'installation pour essayer une jonction .....	46
	Figure 2 – Exemple d'installation pour essayer une terminaison scellée.....	47
	Figure 3 – Essai d'enroulement à froid.....	50
	Figure 4 – Mâchoires pour la machine de traction .....	53

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

### **CÂBLES CHAUFFANTS DE TENSION ASSIGNÉE 300/500 V POUR LE CHAUFFAGE DES LOCAUX ET LA PROTECTION CONTRE LA FORMATION DE GLACE**

#### 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 60800 a été établie par le comité d'études 20 de la CEI: Câbles électriques.

Cette troisième édition annule et remplace la seconde édition, parue en 1992, dont elle constitue une révision technique.

Les principales modifications techniques par rapport à l'édition antérieure sont indiquées ci-dessous:

- introduction des câbles chauffants équipés;
- essais, en plus des câbles chauffants, des câbles chauffants équipés comprenant les liaisons froides intégrées, les jonctions de liaisons froides et les terminaisons d'extrémité pour les paires et les unités de câbles multiconducteurs;
- introduction des exigences relatives aux instructions d'installation;
- réduction des classes mécaniques de trois à deux: une pour les câbles destinés à des installations comportant des risques de dommages mécaniques faibles (M1) et une pour

les câbles destinés à des installations comportant des risques de dommages mécaniques élevés (M2);

- disparition des références pour les matériaux spécifiques étant utilisés comme isolant et gaine;
- introduction des essais de série et des essais d'échantillonnage.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
20/1057/FDIS	20/1066/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 la date de maintenance indiquée sur le site web de la CEI sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

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

Le contenu du corrigendum d'août 2009 a été pris en considération dans cet exemplaire.

## INTRODUCTION

La présente Norme internationale est destinée à fournir un aperçu compréhensible des exigences essentielles et des essais appropriés pour les câbles chauffants à résistance électrique utilisés pour le chauffage des locaux et la protection contre la formation de glace. Cette norme reprend beaucoup des travaux déjà existants dans des normes nationales ou dans des Normes internationales.

Cette norme fournit un moyen de vérifier la tenue électrique, thermique et mécanique des câbles chauffants résistifs, de telle sorte que pour un usage normal leurs performances soient sans danger pour l'utilisateur ou l'environnement. La conformité est vérifiée en réalisant tous les essais spécifiés dans cette norme.

## CÂBLES CHAUFFANTS DE TENSION ASSIGNÉE 300/500 V POUR LE CHAUFFAGE DES LOCAUX ET LA PROTECTION CONTRE LA FORMATION DE GLACE

### 1 Domaine d'application et objet

La présente Norme internationale s'applique et spécifie les exigences pour les systèmes de câbles chauffants résistants utilisés dans des applications basse température telles que le chauffage des locaux ou la protection contre le gel. Ces câbles et ces câbles équipés peuvent comprendre soit des unités fabriquées en usine ou assemblées sur, le terrain (site de travail) et qui sont des câbles chauffants assemblés conformément aux instructions du fabricant.

Les conducteurs nus ou protégés qui sont alimentés à une tension inférieure ou égale à 50 V sont exclus du domaine d'application de la présente norme.

NOTE Les extrémités et les presse-étoupe sont hors du domaine d'application de cette norme.

Les applications typiques comprennent entre autre:

- les surfaces chauffantes installées dans ou sous le sol fini;
- le chauffage direct ou à accumulation;
- le dégivrage des toits, gouttières, chéneaux, etc.

Les câbles chauffants pour les applications commerciales et industrielles sont spécifiés dans la série CEI 62395 [1]<sup>1</sup> en tant que câbles chauffants à isolation minérale

Les applications pour lesquelles la température de la gaine dépasse 100 °C sont hors du domaine d'application de cette norme.

L'objet de cette norme est de s'en assurer que les câbles chauffants résistants électriques fonctionnent de façon sûre dans leurs conditions normales d'utilisation. Ce but est atteint en:

- utilisant de câbles chauffants de construction approprié qui répondent aux critères d'essais détaillés dans cette norme;
- incluant pour les câbles comprenant un élément de protection électrique tel que une tresse métallique, des fils concentriques, une gaine ou tout autre élément conducteur métallique adapté dans un but de protection en cas de défaut;
- s'assurant que les câbles fonctionnent à une température sûre en respectant, conformément aux règlements nationaux, les types de matériaux utilisés dans la construction des câbles et leur installation.

### 2 Références normatives

Les documents référencés qui suivent sont indispensables pour la mise en application de ce document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document cité s'applique y compris les amendements éventuels.

CEI 60050-461, *Vocabulaire électrotechnique international – Partie 461: Câbles électriques*

CEI 60228: *Ames des câbles isolés*

<sup>1</sup> Les références entre crochets se réfèrent à la bibliographie.

CEI 60332-1-1: *Essais des câbles électriques et à fibres optiques soumis au feu – Partie 1-1: Essai de propagation verticale de la flamme sur conducteur ou câble isolé – Appareillage d'essai*

CEI 60332-1-2: *Essais des câbles électriques et à fibres optiques soumis au feu – Partie 1-2: Essai de propagation verticale de la flamme sur conducteur ou câble isolé – Procédure pour flamme à prémélange de 1 kW*

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

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

Amendement 1 (1989)

Amendement 2 (2000)

CEI 60811-1-3: *Méthodes d'essais communes pour matériaux d'isolation et de gainage des câbles électriques et optiques – Partie 1-3: Application générale – Méthodes de détermination de la masse volumique – Essais d'absorption d'eau – Essais de rétraction*

CEI 60811-1-4: *Méthodes d'essais communes pour matériaux d'isolation et de gainage des câbles électriques et optiques – Partie 1-4: Méthodes d'application générale – Essais à basse température*

CEI 60811-2-1: *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*

CEI 60811-3-1: *Méthodes d'essais communes pour matériaux d'isolation et de gainage des câbles électriques et optiques – Partie 3-1: Méthodes spécifiques pour les mélanges PVC – Essai de pression à température élevée – Essais de résistance à la fissuration*

CEI 62395-1:2006, *Systèmes de traçage par résistance électrique pour applications industrielles et commerciales – Partie 1: Exigences générales et d'essai*

ISO 4892-3:2006 *Plastiques – Méthodes d'exposition à des sources lumineuses de laboratoire – Partie 3: lampes fluorescentes UV*

### **3 Termes et définitions**

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions données dans la CEI 60050-461, ainsi que des définitions qui suivent, s'appliquent.

#### **3.1**

##### **armure**

renforcement mécanique du câble

NOTE Le renforcement peut être constitué d'une ou plusieurs couches de fils d'acier, d'une tresse, d'une gaine métallique ou d'un autre matériau approprié.

**3.2****liaison froide**

conducteur isolé électriquement ou câble servant à relier un conducteur chauffant ou un câble chauffant à une source d'énergie électrique et conçu pour ne produire aucune chaleur appréciable

**3.3****jonction de connexion**

jonction scellée reliant le câble chauffant à la liaison froide

**3.4****conducteur de mise à la terre**

conducteur non isolé qui a un bon contact électrique avec l'écran électrique sur pratiquement toute la longueur

**3.5****écran conducteur électrique**

tresse métallique, fils concentriques, écran métallique ou autre type de couverture ayant une conductivité suffisante de telle sorte que, quand il est relié à la terre, constitue un dispositif différentiel résiduel (DDR) pour fonctionner sous condition de défaut

**3.6****terminaison finale**

terminaison scellée pouvant être mise en œuvre thermiquement connectée au câble chauffant à l'extrémité opposée par laquelle le câble est alimenté

**3.7****unité assemblée en usine**

élément chauffant comprenant le câble chauffant équipé de ses composants adaptés nécessaires assemblés par le fabricant

**3.8****unité assemblée sur site**

longueur de câble chauffant fourni en touret avec les composants adaptés nécessaires destinés être assemblés sur le lieu d'exploitation

**3.9****câble chauffant**

câble avec ou sans écran, gaine ou armure métallique destiné à émettre de la chaleur à des fins de chauffage

**3.10****câble chauffant équipé**

câble chauffant avec les connexions de puissance prévues et comprenant la terminaison d'extrémité

**3.11****âme chauffante**

partie d'un câble chauffant dans laquelle l'énergie électrique est transformée en chaleur

**3.12****enveloppe isolante**

matériau qui isole chaque âme des autres âmes ou des parties conductrices au potentiel de la terre

### 3.13

#### **composants adaptés intégrés**

connexions et terminaisons électriques assemblées en usine ou sur site, telles que terminaisons thermorétactables, scellées ou moulées, jonctions compatibles avec la forme générale du câble chauffant et qui sont exposés au même environnement que le câble chauffant

### 3.14

#### **puissance linéaire**

puissance de sortie en watt par mètre linéaire d'un câble chauffant ou d'un câble chauffant équipé

### 3.15

#### **température de service de l'âme**

température maximale admissible en service permanent de l'âme du câble

### 3.16

#### **température de surface en service**

température constante maximale admissible à la surface du câble

### 3.17

#### **tension de fonctionnement**

tension réelle appliquée au câble chauffant en service

### 3.18

#### **température assignée**

température assignée pour tout type de câble isolé et gainé d'où il résultera que ni l'isolation, ni la gaine ne fonctionneront au dessus de la température de surface en service appropriée

### 3.19

#### **tension assignée**

tension maximale admissible entre les âmes dans un câble ayant une paire ou multi conducteur ou entre une âme et un écran conducteur électrique ou avec la terre pour un câble non écranté ou encore entre les deux extrémités d'un câble à âme unique

### 3.20

#### **résistance assignée de la (des) âme(s) individuelle(s)**

résistance à 20 °C de 1 m de câble

### 3.21

#### **essai de série**

essai effectué par le fabricant sur chaque longueur de câble fabriqué pour vérifier que chaque longueur répond aux exigences spécifiées

### 3.22

#### **essai d'échantillonnage**

essai effectué par le fabricant sur des échantillons de câbles complets ou des composants prélevés sur un câble complet, à une fréquence déterminée, afin de vérifier que le produit fini répond aux exigences spécifiées

### 3.23

#### **gaine**

revêtement tubulaire uniforme et continu, métallique ou non qui enferme l'âme isolée, utilisé pour la protection mécanique et pour protéger le câble contre les influences externes (corrosion, humidité, etc.)

### 3.24

#### essai de type

essai réalisé, sur une base commerciale générale, avant de fournir un type de câble répondant à cette norme dans le but de démontrer des caractéristiques de performance satisfaisantes pour répondre à l'application souhaitée

NOTE Ces essais sont de telle sorte que, après avoir été réalisés, ils n'ont pas besoin d'être répétés, sauf si des modifications faites dans la conception, les matériaux ou le procédé de fabrication du câble pourraient changer les caractéristiques des performances.

## 4 Classification mécanique

Les câbles mentionnés dans cette norme ont été répartis en deux classes qui indiquent leur aptitude à résister à des forces mécaniques pendant et après leur installation. Ces classes sont les suivantes:

- la classe mécanique M1: pour les câbles destinés à des installations comportant de faibles risques de dommages mécaniques;
- la classe mécanique M2: pour les câbles destinés à des installations comportant des risques élevés de dommages mécaniques.

La classe de chaque câble est déterminée par la mesure de ses performances vis-à-vis des exigences des 8.2.7, 8.2.8 et 8.2.14.

NOTE 1 La classe mécanique M1: pour les câbles destinés à être utilisés dans des applications avec de faibles risques de dommages comme par exemple la pose sur surface unie telle que des sous couches homogènes plates en ciment ou en matériaux à base de bois ou sur des isolants thermiques et noyés dans des chapes sans éléments acérés, etc.

NOTE 2 La classe mécanique M2: pour des câbles destinés à être utilisés dans les applications avec des risques élevés de dommages mécaniques telle que l'installation sur un treillis de renfort en acier, l'enfouissement direct dans le sol ou dans du ciment contenant des éléments acérés, sur un toit ou une gouttière etc....

## 5 Exigences relatives au marquage

Le produit doit être marqué en relief, en creux ou par impression, sur la gaine ou sur une étiquette attachée au produit ou sur un élément à l'intérieur du câble.

NOTE 1 Le marquage en relief n'est pas recommandé sur l'enveloppe isolante.

Le produit doit comporter de manière permanente une marque qui doit être aisément repérable par l'installateur électricien.

NOTE 2 Il est préférable que la marque soit attachée à une partie du produit qui est aisément visible au moment du déballage du produit prêt pour l'installation.

Le marquage doit au minimum porter:

- l'identification du fabricant par son nom ou sa marque;
- la référence du type de produit;
- la résistance par mètre de câble à 20 °C en Ohm par mètre pour un câble résistant série à un ou deux conducteurs ou la puissance de sortie en Watt par mètre à une température de référence pour un câble parallèle. Pour les câbles résistants série ayant plus de deux conducteurs la résistance de chaque conducteur doit être clairement marquée;
- la classe mécanique;
- la tension assignée pour les câbles chauffants en parallèles ou la tension de fonctionnement maximale pour les câbles chauffant de série;
- si applicable, la mention «seulement pour une installation dans le béton».

La distance entre la fin d'un ensemble complet de marquages et le début du suivant ne doit pas dépasser:

- 550 mm, si le marquage est sur la gaine;
- 275 mm si le marquage est sur un élément à l'intérieur du câble.

Si les unités sont montées en usine, les informations complémentaires suivantes doivent être fournies:

Pour les unités résistives série:

- la tension nominale;
- la puissance totale;
- la résistance totale.

Pour les unités résistives en parallèle:

- la puissance de sortie en Watt par mètre à la température de référence ou le nombre de watts total.

Le marquage par impression doit être durable. La conformité à cette exigence doit être vérifiée par l'essai donné en 8.2.21.

Les points ci dessus sont les exigences minimales et les fournisseurs sont libres d'ajouter toute information qui peut être utile.

NOTE 3 La traçabilité est recommandée, par exemple semaine/an.

NOTE 4 Des réglementations nationales peuvent donner d'autres exigences.

## 6 Exigences relatives aux instructions d'installation

Le fabricant doit fournir les instructions d'installation spécifiques pour les câbles chauffants, les câbles chauffants équipés et les composants. Les instructions doivent être clairement identifiées pour les produits et les points auxquels elles s'appliquent. Elles doivent inclure les informations suivantes:

- a) la ou les utilisations prévues, soit par un type d'application général soit par une liste d'applications spécifiques;
- b) un moyen d'isolement de tous les conducteurs de l'alimentation;
- c) la protection contre les surintensités à prévoir;
- d) la consigne «Une protection par un dispositif différentiel résiduel (DDR) est exigé»;
- e) pour les câbles chauffants de la classe mécanique M1, conçus pour les contraintes mécaniques de niveau réduit la consigne suivante: «Attention: ne pas utiliser dans des zones présentant des risques de chocs ou de contraintes mécaniques élevées»;
- f) une consigne à appliquer indiquant que toute gaine métallique, tresse, écran ou couverture équivalente électriquement conductrice du câble chauffant doit être connecté à une borne de terre;
- g) la température d'installation minimale;
- h) le rayon de courbure minimum;
- i) la consigne «La présence d'un câble chauffant doit être signalée de façon évidente en plaçant des signes d'avertissements ou des marques tels que dans le tableau à fusibles à des endroits appropriés tels que les points de raccordement de l'énergie et/ou à intervalles réguliers le long du circuit et être mentionnée dans toute documentation accompagnant l'installation »;

- j) si cela est applicable la consigne « Le câble chauffant doit être exclusivement installé dans du béton ».

Les points ci-dessus sont les exigences minimales et les fournisseurs sont libres d'ajouter toute information qui peut être utile.

NOTE Des réglementations nationales ou, en absence de ces dernières, la série CEI 60364 [2], peuvent donner d'autres exigences.

## 7 Exigences générales pour la construction des câbles

### 7.1 Généralités

Les câbles doivent être conçus et construits pour qu'ils garantissent une tenue électrique, thermique, mécanique dans le temps et pour que, en usage normal, leur fonctionnement soit sans danger pour l'utilisateur ou pour l'environnement.

Tous les composants intégrés doivent satisfaire à cette norme. Tous les autres doivent satisfaire à leur propre norme produit.

La conformité est vérifiée par les exigences et les essais spécifiés dans cette norme.

Tous les éléments d'un câble chauffant conçu pour un usage en contact avec de l'eau potable doit être construit avec des matériaux qui satisfassent aux exigences nationales ou régionales spécifiques.

### 7.2 Ames conductrices

Les âmes conductrices doivent être constituées d'un ou de plusieurs fils d'un métal pur ou allié. Dans le cas d'âmes constituées de cuivre pur recouvert par une couche métallique, cette dernière doit être adaptée à la température de fonctionnement. La valeur de la résistance des âmes à  $20\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$  doit être conforme à la valeur fournie par le fabricant dans une tolérance maximale de  $\begin{matrix} +10 \\ -5 \end{matrix} \%$

Le matériau de l'âme utilisé ne doit pas avoir un coefficient de température négatif. La conformité doit être vérifiée par l'essai du 8.2.1.

### 7.3 Enveloppe isolante

Les matériaux constituant l'enveloppe isolante utilisés dans les câbles chauffants doivent être adaptés pour l'usage prévu. Cela doit être vérifié par la conformité aux essais et aux exigences données dans cette norme.

La valeur moyenne minimale de l'épaisseur de l'enveloppe isolante doit être fixée par le fabricant, mesurée suivant la CEI 60811-1-1, et satisfaire aux exigences minimales spécifiées dans le 8.3.4.

### 7.4 Ecran conducteur électrique

Lorsque cela est nécessaire et demandé, les câbles chauffants doivent être fournis avec un écran métallique conducteur électrique sur toute leur longueur ou bien une gaine, un ruban ou une couche stratifiée électriquement conducteur ou tout autre matériau conducteur électrique adapté. L'écran métallique ou le matériau conducteur électrique doit permettre au(x) système(s) de protection de fonctionner comme prévu.

NOTE 1 Des exigences nationales complémentaires peuvent s'appliquer aux câbles sans écran conducteur.

La résistance de la gaine, ou de l'écran conducteur, y compris le conducteur de terre indépendant qui doit être en contact avec la gaine ou l'écran ne doit pas être supérieure à la

plus petite des valeurs entre celle de chaque conducteur du câble et celle d'une âme massive en cuivre ayant une section de 0,5 mm<sup>2</sup> telle que donnée pour une âme de classe 1 dans la CEI 60228. La résistance totale de chaque conducteur de terre avec celle de l'écran ou de la gaine ne doit pas être supérieure à celle d'un conducteur en cuivre de 0,5 mm<sup>2</sup>. Plusieurs fils de cuivre peuvent être associés dans le but de satisfaire cette exigence.

NOTE 2 Dans certains pays, les réglementations nationales exigent que la résistance soit inférieure à celle d'une âme en cuivre de 0,5 mm<sup>2</sup>.

La conformité doit être vérifiée comme décrit en 8.2.1.

Si seule une gaine ou un écran conducteur est utilisé comme conducteur de terre, la résistance mesurée doit être la résistance totale y compris les connexions de terre livrées avec le câble.

Les écrans électriquement conducteurs doivent être construits de telle sorte qu'ils empêchent la pénétration de tout corps étranger de plus de 1 mm dans l'enveloppe isolante sans rentrer en contact avec l'écran. La conformité doit être vérifiée au moyen de l'essai spécifié dans le 8.2.5.

### 7.5 Armure

Une armure indépendante, si elle existe, peut être constituée de fils métalliques ou non, d'une gaine, d'un ruban ou d'une couche stratifiée. Si elle est métallique, elle ne doit pas être appliquée directement sur l'éventuel écran métallique, mais elle doit être séparée par une couche protectrice constituée d'un matériau isolant adapté qui peut résister aux agressions mécaniques et aux températures atteintes lors d'un fonctionnement normal et protéger l'écran métallique de la corrosion.

Les armures électriquement conductrices doivent être construites de telle sorte qu'elles empêchent la pénétration de tout corps étranger de plus de 1 mm dans l'enveloppe isolante sans rentrer en contact avec l'écran. La conformité doit être vérifiée au moyen de l'essai spécifié en 8.2.5.

Si l'armure est constituée de matériau conducteur, les mêmes exigences que celles spécifiées pour les écrans électriquement conducteurs doivent s'appliquer.

NOTE Des réglementations nationales peuvent entraîner d'autres exigences.

### 7.6 Gaine

Les matériaux de gainage utilisés dans les câbles chauffants doivent être adaptés pour l'usage prévu. Cela doit être vérifié au moyen de la satisfaction des essais et des exigences donnés dans cette norme. Une gaine non métallique externe doit donner une protection mécanique et/ou contre la corrosion suivant le type de câble.

La valeur moyenne minimale de l'épaisseur de la gaine doit être déclarée par le fabricant et mesurée suivant la CEI 60811-1-1 et satisfaire les exigences minimales spécifiées en 8.3.5.

### 7.7 Résistance à l'humidité

Les câbles chauffants doivent satisfaire aux exigences telles qu'exprimées en 8.2.2.

NOTE Cette exigence est assimilable à une classe IPX7 telle que définie dans la CEI 60529 [3].

## 8 Essais

### 8.1 Essais de type – Exigences générales

Pour les câbles chauffants destinés à être fournis en tourets, on doit utiliser, sauf spécification contraire, un échantillon de 5 m de câble chauffant.

Pour les câbles chauffants équipés assemblés en usine comprenant des liaisons froides, des jonctions et des terminaisons scellées, on doit utiliser un câble chauffant équipé complet pour les essais. Alternativement on peut essayer un échantillon de 5 m de longueur de câble. Les autres éléments tels que les liaisons froides, les jonctions et les terminaisons pouvant être assemblées sur une longueur de câble factice et essayées séparément.

Pour les câbles chauffants prévus à être assemblés sur site, les connexions et les terminaisons spécifiées par le constructeur et utilisées doivent être assemblées conformément aux instructions du fabricant avec le câble chauffant pour réaliser un câble chauffant équipé. On doit essayer le câble chauffant équipé complet. Alternativement on peut essayer un échantillon de 5 m de longueur de câble, les autres éléments tels que les liaisons froides, les jonctions et les terminaisons pouvant être assemblées, sans autres informations spécifiées, sur une longueur de câble factice de 5 m et essayées séparément.

Tous les échantillons de composants utilisés doivent être des exemples typiques de ce qui est mis sur le marché ou prévu d'être mis sur le marché.

Sauf spécification contraire, les essais doivent être réalisés à une température ambiante comprise entre 20 °C et 25 °C.

Sauf spécification contraire, la tension d'alimentation d'essai doit être alternative, approximativement sinusoïdale et sa fréquence comprise entre 49 Hz et 61 Hz.

Pour les câbles résistifs parallèles, la puissance de sortie en Watt par mètre doit être vérifiée conformément à l'essai du 8.2.3.

Pour les câbles résistifs parallèles, le courant de démarrage doit être vérifié conformément à l'essai du 8.2.4.

Sauf spécifications contraires, des échantillons différents peuvent être utilisés pour chacun des essais. Ils doivent être préparés conformément aux recommandations du fabricant.

Si un échantillon ne satisfait pas une exigence demandée, deux nouveaux ensembles complets d'échantillons doivent être essayés. Si les deux répondent aux exigences de l'essai, le câble doit être considéré comme satisfaisant l'essai.

### 8.2 Essais de type – Exigences détaillées des essais

#### 8.2.1 Résistance électrique des âmes chauffantes et de l'écran

La résistance de ou des âmes et, le cas échéant, de l'écran doit être mesurée par tout moyen adapté sur un échantillon de 1 m de long minimum. On doit réaliser deux mesures sur les âmes individuelles: la première à la température ambiante et la seconde à la température de 100 °C. Pour les âmes et pour l'écran, la mesure à la température ambiante, corrigée pour une température de 20 °C ± 1 °C, doit déterminer si la valeur spécifiée par le fabricant a été obtenue ou pas.

La mesure à haute température doit être comparée à celle obtenue à la température ambiante pour confirmer que la résistance de ou des âmes individuelles n'a pas un coefficient de température négatif.

## **8.2.2 Immersion dans l'eau et essai de cycle thermique**

### **8.2.2.1 Remarque générale**

Un échantillon de 5 m doit subir deux cycles de vieillissement et doit être immergé pendant une durée totale de 56 h dans de l'eau potable à la température de  $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$  pendant 8 h,  $80\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$  pendant 16 h,  $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$  pendant 8 h,  $80\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$  pendant 16 h et  $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$  pendant 8 h, soit 8 h + 16 h + 8 h + 16 h + 8 h.

L'échantillon doit être transféré dans des containers d'eau préchauffée entre chaque étape. La température des containers d'eau doit être contrôlée par exemple en les plaçant dans des enceintes préchauffées conformément à la CEI 60811-1-2.

Les câbles chauffants équipés, incluant les liaisons froides, les jonctions et les terminaisons scellées assemblées en usine doivent subir cet essai après avoir été assemblées sur un câble chauffant adapté.

Les jonctions et les terminaisons scellées pour câbles chauffants prévues pour être assemblées sur site doivent subir cet essai après avoir été assemblées sur un câble chauffant adapté avec des fils de liaison froide.

Tous les types de câbles chauffants et de câbles chauffants équipés doivent être essayés sauf s'ils sont clairement identifiés comme destinés à ne pas être utilisés mouillés ou dans des conditions d'humidité

L'échantillon peut être transféré de l'unité d'immersion d'eau pour le vieillissement à une autre unité d'immersion d'eau pour les essais diélectriques décrits dans 8.2.2.2 et l'essai de résistance électrique de l'isolation décrit dans 8.2.2.3. La température de l'eau dans les deux cas doit être de  $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ .

### **8.2.2.2 Essai diélectrique**

Un échantillon de 5 m doit être immergé dans de l'eau potable à l'exception de ses extrémités qui seront maintenues hors de l'eau pour éviter un amorçage à la tension prescrite. La gaine métallique ou autre matériau équivalent conducteur doit être retiré des extrémités de l'échantillon dans le but de prévenir un claquage en ces points.

Les câbles qui ne sont pas assemblés en usine et qui sont fournis avec des connexions spéciales doivent être testés avec ces connexions immergées dans l'eau.

Pour un câble résistif série bi- ou multi-conducteur dans lequel les âmes sont électriquement isolées entre elles, la tension doit être appliquée d'une part entre les âmes d'une part et d'autre part entre les âmes connectées entre elles et la gaine, l'armure ou l'écran métallique ou en matériau conducteur équivalent ou bien l'eau si le câble ne dispose pas par construction d'armure ou d'écran.

Pour les câbles chauffants à âme unique avec une gaine, une armure ou un écran métallique ou en matériau conducteur équivalent, la tension doit être appliquée entre l'âme et la gaine, l'armure ou l'écran.

Pour les câbles chauffants à âme unique sans gaine, armure ni écran métallique ou en matériau conducteur équivalent, le câble doit être immergé dans l'eau avec les terminaisons ressortant de l'eau pour éviter un amorçage aux extrémités. La tension doit être appliquée entre l'âme et l'eau.

Pour les câbles résistifs parallèles, la tension doit être appliquée entre les âmes connectées entre elles et la gaine, la tresse ou l'écran métallique ou l'enveloppe en matériau conducteur équivalent.

Les fils chauffants isolés doivent subir l'essai de contrainte diélectrique en mettant le fils isolé dans de l'eau potable. La tension doit être appliquée entre l'âme et l'eau.

Une tension d'essai de 2 000 V alternatif pendant 5 min. La tension d'essai doit être augmentée graduellement et la valeur prescrite atteinte au bout de 2 s à 10 s.

Aucun claquage ne doit se produire.

### **8.2.2.3 Essai de résistance électrique de l'enveloppe isolante**

La résistance d'isolement de l'enveloppe isolante doit être mesurée sur l'échantillon préparé conformément au 8.2.2.1, après la réalisation de l'essai diélectrique du 8.2.2.2.

Les câbles sans écran doivent être essayés immergés dans l'eau, toutes les couches extérieures à l'enveloppe isolante sont enlevées.

Pour les câbles résistifs à âme unique, la résistance d'isolement doit être mesurée entre l'âme et la gaine, l'armure métallique ou en matériau conducteur équivalent ou l'écran conducteur.

Pour un câble résistif multi conducteur, dans lequel les âmes sont électriquement isolées entre elles, la résistance d'isolement doit être mesurée entre les âmes connectées entre elles et la gaine, l'armure métallique ou en matériau conducteur ou l'écran conducteur ainsi qu'entre chaque âme une par une, avec les autres âmes connectées ensembles.

Pour les câbles parallèles, la résistance d'isolement doit être mesurée entre les âmes connectées ensemble et la gaine métallique, la tresse, l'écran ou l'enveloppe en matériau conducteur électrique équivalent.

La résistance d'isolement doit être mesurée au moyen d'une tension continue de 1 000 V après 1 min d'application de la tension, le pôle positif étant relié à l'eau. La valeur mesurée ne doit pas être inférieure à 50 MΩ.

### **8.2.3 Vérification de la puissance assignée des câbles chauffants parallèles**

La puissance assignée doit être vérifiée par la méthode décrite dans la CEI 62395-1 [4].

### **8.2.4 Vérification du courant de démarrage pour les câbles chauffants parallèles**

Le courant de démarrage pour les câbles chauffants parallèles doit être mesuré suivant la méthode décrite dans la CEI 62395-1 [4].

### **8.2.5 Essai de pénétration pour les écrans conducteurs électriques**

Une aiguille en acier d'un diamètre de 1 mm doit être introduite dans l'enveloppe isolante à travers l'écran conducteur alors que le câble est tendu et est enroulé autour d'un mandrin d'un diamètre égal à cinq fois le diamètre ou la plus petite dimension du câble.

Trois échantillons doivent être essayés.

Il ne doit pas être possible en introduisant l'aiguille dans l'enveloppe isolante de toucher une âme accessible sans toucher l'écran. Cela doit être vérifié en utilisant un dispositif différentiel résiduel (DDR) qui fonctionne à un courant maximum de 30 mA. L'essai doit être réalisé à la tension nominale et avec l'aiguille non reliée à la terre quand le DDR est relié entre l'arrivée de l'alimentation et l'échantillon et conformément aux instructions du fournisseur du DDR.

NOTE Il est recommandé d'utiliser des outils mis à la terre et isolés électriquement lorsque la tension est appliquée sur l'échantillon.

### 8.2.6 Essai d'inflammabilité

Les câbles chauffants destinés à être installés et noyés dans du béton, du mortier ou tout autre matériau non combustible doivent être dispensés de cet essai. L'essai s'applique aux liaisons froides des éléments chauffants, c'est-à-dire que les liaisons froides doivent être retardatrices de la flamme.

Un essai d'inflammabilité doit être réalisé sur les câbles chauffants et sur les liaisons froides avec l'appareillage d'essai décrit dans la CEI 60332-1-1, la procédure et les exigences sont décrites dans la CEI 60332-1-2. Les exigences relatives à l'extension de la partie carbonneuse vers le bas ne s'appliquent pas quand la terminaison scellée forme la partie inférieure de l'échantillon.

L'essai doit être réalisé sur le câble chauffant et la totalité des constituants du câble chauffant équipé.

Si un produit est constitué des composants tels que jonction ou une terminaison scellée, les échantillons doivent être préparés de telle sorte que chaque composant et les câbles soient essayés séparément et que le milieu de la jonction ou de la terminaison scellée soit la partie du câble sur laquelle la flamme d'essai est appliquée et que le câble chauffant et/ou la liaison froide forment la partie supérieure de l'échantillon (voir Figures 1 et 2). Quand la terminaison scellée est essayée, l'échantillon peut être porté par un fil en acier de 0,5 mm à 1,0 mm de diamètre avec le poids nécessaire pour garder l'échantillon dans une position stable.

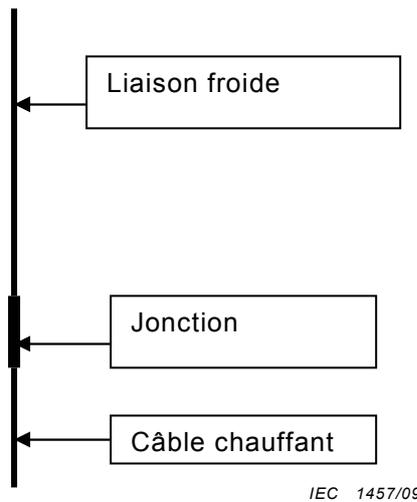


Figure 1 – Exemple d'installation pour essayer une jonction

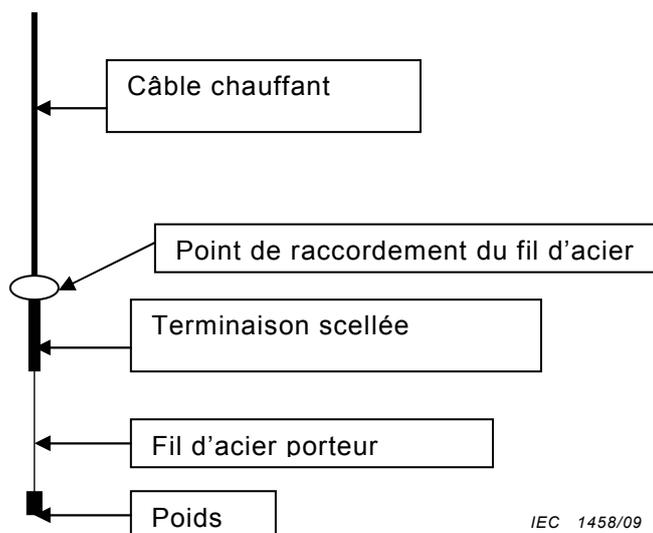


Figure 2 – Exemple d'installation pour essayer une terminaison scellée

## 8.2.7 Essai de déformation pour la classification d'installation

### 8.2.7.1 Remarque générale

Les câbles chauffants doivent être capables de résister aux forces mécaniques auxquelles ils seront normalement soumis pendant l'installation et en service. C'est pourquoi les câbles sont regroupés en deux classes: la classe mécanique M1 avec des exigences de compression mécaniques définies en 8.2.7.2, et la classe mécanique M2 définies en 8.2.7.3.

L'essai est aussi appliqué aux composants intégrés tels que les jonctions, les terminaisons scellées et les liaisons froides qui sont montées en usine ou prévues à être assemblées sur le terrain avec les accessoires prévus par le fabricant.

### 8.2.7.2 Classe M1: câbles destinés à des installations avec des faibles risques de dommages mécaniques

Trois échantillons d'une longueur minimale de 200 mm du câble complet doivent être placés individuellement, à une température de  $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$  au dessus et avec un angle droit sur une barre cylindrique en acier de 6 mm de diamètre reposant au dessus d'un support plat en acier.

Une force de 600 N doit être appliquée sans choc à tous les points d'intersection de la pièce en essai et de la barre en acier au moyen d'une plaque rigide de 100 mm sur 100 mm. Après que la force ait été appliquée durant 30 s, la pièce en essai encore sous charge doit être capable de résister, sans claquage, à une tension de 1 500 V alternatifs durant 30 s. La tension doit être appliquée entre la ou les âmes et l'écran, la tresse ou la gaine métallique ou d'un autre matériau équivalent. Pour les câbles sans écran, la tension doit être appliquée entre la ou les âmes et la barre en acier. Si le câble a plus d'une âme, l'essai de tension doit aussi être réalisé entre les conducteurs actifs.

Il ne doit pas y avoir de fissures dans l'enveloppe externe détectables par une inspection visuelle.

Aucun fils constituant l'écran ni les âmes ne doit être détecté cassé par une inspection visuelle après ouverture de la gaine et de l'enveloppe isolante.

### 8.2.7.3 Classe M2: câbles destinés à des installations avec des risques plus élevés de dommages mécaniques

Trois échantillons d'une longueur minimale de 200 mm du câble complet doivent être placés individuellement, à une température de  $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ , au dessus et avec un angle droit sur une barre cylindrique en acier de 6 mm de diamètre reposant au dessus d'un support plat en acier.

Une force de 1 500 N doit être appliquée sans choc à tous les points d'intersection de la pièce en essai et de la barre en acier au moyen d'une plaque rigide de 100 mm sur 100 mm. Après que la force ait été appliquée durant 30 s, la pièce en essai encore sous charge doit être capable de résister, sans claquage, à une tension de 1 500 V alternatifs durant 30 s. La tension doit être appliquée entre la ou les âmes et l'écran, la tresse ou la gaine métallique ou d'un autre matériau équivalent. Pour les câbles sans écran, la tension doit être appliquée entre la ou les âmes et le plot en acier. Si le câble a plus d'une âme, l'essai de tension doit aussi être réalisé entre les conducteurs actifs.

Il ne doit pas y avoir de fissures dans l'enveloppe externe détectables par une inspection visuelle.

Aucun fils constituant l'écran ni les âmes ne doit être détecté cassé par une inspection visuelle après ouverture de la gaine et de l'enveloppe isolante.

### 8.2.8 Essai de choc à froid

Cet essai doit être réalisé à une température de  $-5\text{ °C}$  ou à la température d'installation spécifiée par le fabricant, si elle est inférieure.

L'essai doit être réalisé sur trois échantillons d'une longueur minimale de 0,5 m au moyen de l'appareillage d'essai de choc décrit dans la CEI 60811-1-4.

Un câble chauffant ayant une section non circulaire doit être positionné de telle sorte que l'impact soit appliqué suivant sa plus petite dimension.

Les câbles chauffants et les câbles chauffants équipés répondant à la classe M1 doivent être soumis pour cet essai à un impact d'une énergie de 2 Joules.

NOTE 1 Cela peut être obtenu par exemple avec la chute d'une masse de 500 g sur une hauteur de 400 mm.

Les câbles chauffants et les câbles chauffants équipés répondant à la classe M2 doivent être soumis pour cet essai à un impact d'une énergie de 4 Joules.

NOTE 2 Cela peut être obtenu par exemple avec la chute d'une masse de 1 000 g sur une hauteur de 400 mm.

Cet essai s'applique aussi sur les jonctions, les terminaisons d'extrémités et les liaisons froides montées en usine ou prévues d'être assemblées sur site avec les accessoires spécifiés par le fabricant.

Après l'essai de choc, l'éprouvette en essai doit être capable de résister, sans claquage, à une tension de 1 500 V alternatif pendant 30 s conformément à la procédure du 8.2.2.2.

Pour les câbles avec un écran, une armure ou une gaine métallique ou un autre matériau équivalent, la tension doit être appliquée entre la ou les âmes et l'écran, l'armure ou la gaine et l'appareillage.

Dans le cas des câbles sans écran, les pièces en essai doivent être immergées dans l'eau pendant 5 min avant que la tension ne soit appliquée à la pièce encore dans l'eau, l'eau étant raccordée à la terre.

Tous les échantillons doivent satisfaire aux exigences de l'essai.

Si un ou plusieurs des échantillons ne satisfont pas aux exigences, deux nouvelles séries complètes d'échantillons (3 + 3) doivent être essayées. Si les deux séries satisfont aux exigences, le câble doit être déclaré satisfaire l'essai.

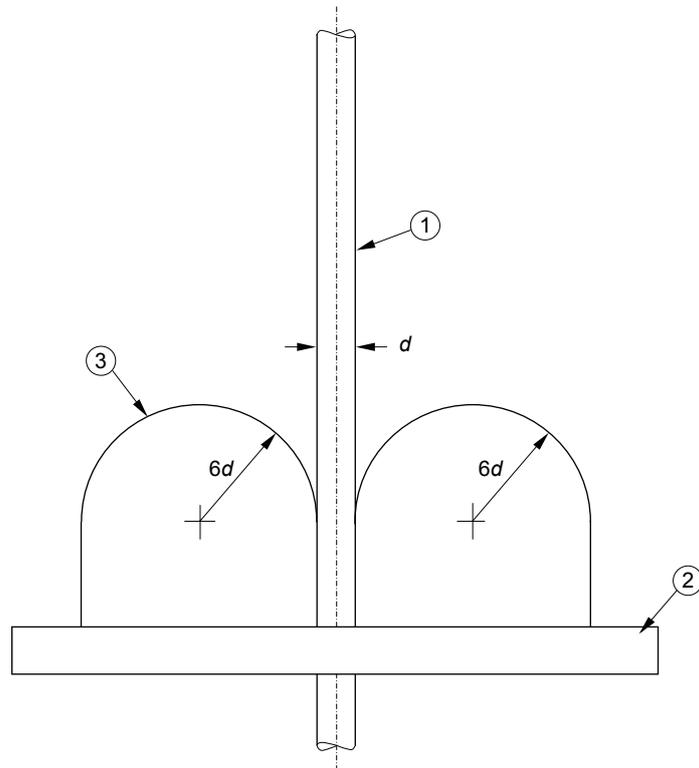
### **8.2.9 Essai d'enroulement à froid**

L'appareillage utilisé pour l'essai d'enroulement à froid est présenté en Figure 3 avec le rayon du mandrin tel que présenté ou avec le rayon du mandrin égal au rayon de courbure minimal fixé par le fabricant. Un échantillon de câble chauffant doit être fixé sur l'appareillage comme représenté. L'appareillage et l'échantillon doivent être placés dans un compartiment réfrigéré pendant au moins 4 h à une température de  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ , ou à la température minimale d'installation recommandée par le fabricant si elle est inférieure. A la fin de cette période l'échantillon doit être enroulé sur  $90^{\circ}$  autour d'un des mandrins, puis enroulé en sens inverse sur  $180^{\circ}$  autour du second mandrin puis remis dans sa position initiale. Toutes les opérations d'enroulement doivent être menées dans le même plan. Le cycle de l'opération doit être réalisé trois fois et la vitesse d'enroulement ne doit pas être supérieure à 5 s par cycle.

Cet essai est applicable seulement sur le câble chauffant et le cas échéant sur les liaisons froides.

La conformité est vérifiée en essayant l'enveloppe isolante électrique conformément au 8.2.2.2 sans immersion dans l'eau pour les câbles écrantés et immergés dans l'eau pendant 5 min avant que l'essai de tension soit appliqué pour les câbles non écrantés, dans ce cas, la pièce en essai étant encore dans l'eau.

Les instructions d'installation fournies par le fabricant doivent fixer la température minimale d'installation et le rayon de courbure minimal.



IEC 1663/06

**Légende**

- 1 échantillon
- 2 support
- 3 mandrin
- d diamètre du câble ou épaisseur pour l'enroulement dans le premier plan

**Figure 3 – Essai d'enroulement à froid**

**8.2.10 Essai de vieillissement pour l'enveloppe isolante**

L'enveloppe isolante doit être vieillie dans une enceinte chauffante conformément à 8.1.3.1 de la CEI 60811-1-2 :1985. La résistance à la traction et l'allongement à la rupture doivent être déterminés sur les échantillons vieillies et non vieillies conformément à la CEI 60811-1-1.

Le vieillissement doit être appliqué pendant 14 jours à 135 °C.

La résistance à la traction pour un échantillon non vieilli doit être au minimum de 12,5 MPa.

La valeur minimum de l'allongement à la rupture pour un échantillon non vieilli doit être au minimum de 150 %.

Il ne doit pas avoir de variation supérieure à ±25 % par rapport à la valeur d'origine non vieillie pour la résistance à la traction ni de variation supérieure à ±25 % par rapport à la valeur d'origine non vieillie pour l'allongement à la rupture.

**8.2.11 Essai de vieillissement pour les gaines non métalliques**

Si elle est fournie, la gaine doit être vieillie dans une enceinte chauffante conformément à 8.1.3.1 de la CEI 60811-1-2 :1985. La résistance à la traction et l'allongement à la rupture

doivent être déterminés sur les échantillons vieillis et non vieillis conformément à la CEI 60811-1-1.

Le matériau doit satisfaire à l'essai décrit dans la méthode A ou la méthode B comme décrit ci-dessous.

**Méthode A:** le vieillissement doit être effectué pendant 60 jours à 10 K au dessus de la température de surface maximale définie par le fabricant mais au moins à 110 °C.

La valeur de résistance à la traction pour un échantillon non vieilli doit être au minimum de 10 MPa.

La valeur minimum de l'allongement à la rupture pour un échantillon non vieilli doit être au minimum de 100 %.

Il ne doit pas avoir de variation supérieure à  $\pm 25$  % par rapport à la valeur d'origine non vieilliée pour la résistance à la traction ni de variation supérieure à  $\pm 25$  % par rapport à la valeur d'origine non vieilliée pour l'allongement à la rupture.

**Méthode B:** le vieillissement doit être appliqué pendant 14 jours à 35 K au dessus de la température de surface maximale définie par le fabricant mais au moins à 135 °C.

La valeur de la résistance à la traction pour un échantillon non vieilli doit être au minimum de 10 MPa.

La valeur minimum de l'allongement à la rupture pour un échantillon non vieilli doit être au minimum de 100 %.

Il ne doit pas avoir de variation supérieure à  $\pm 25$  % par rapport à la valeur d'origine non vieilliée pour la résistance à la traction ni de variation supérieure à  $\pm 25$  % par rapport à la valeur d'origine non vieilliée pour l'allongement à la rupture.

#### 8.2.12 Essai de compatibilité

Un échantillon de câble complet doit être vieilli pendant 14 jours à 110 °C.

Les essais doivent être réalisés sur l'enveloppe isolante et la gaine de trois échantillons.

Il ne doit pas avoir de variation supérieure à  $\pm 25$  % par rapport à la valeur d'origine non vieilliée pour la résistance à la traction ni de variation supérieure à  $\pm 25$  % par rapport à la valeur d'origine non vieilliée pour l'allongement à la rupture à la fois sur l'enveloppe isolante et sur la gaine conformément à la CEI 60811-1-1.

#### 8.2.13 Essai de résistance aux UV

Trois échantillons des composants de l'enveloppe externe du câble chauffant ou du câble chauffant équipé doivent être essayés avec l'appareillage décrit dans l'ISO 4892-3 équipé de la lampe UV fluorescente de type 1A (UVA-340).

Les échantillons doivent être exposés à la lumière UV pendant 8 h à 60 °C suivis de 4 h à la condensation à 50 °C. Ce cycle doit être répété en continu pendant 2 000 h.

Après un cycle de vieillissement de 2 000 h, une inspection visuelle des craquelures doit être réalisée.

Cet essai doit être appliqué à tous les câbles sauf à ceux qui sont expressément prévus par le fabricant pour ne pas être utilisés dans des applications externes, ou ne pas être soumis à d'autres sources de radiation UV.

Les câbles chauffants ayant une gaine continue en métal sans gaine non métallique externe doivent être dispensés de cet essai.

Les câbles chauffants qui sont prévus exclusivement pour être noyés dans du mortier ou dans une structure de plancher ou de plafond doivent être dispensés de cet essai.

NOTE Il existe un essai aux UV alternatif utilisant une source lumineuse à arc Xénon telle que décrite dans l'ISO 4892-2 [5]. Une procédure d'essai et des exigences d'un niveau de sévérité équivalent à ceux ci-dessus seront traités dans la prochaine révision de cette norme.

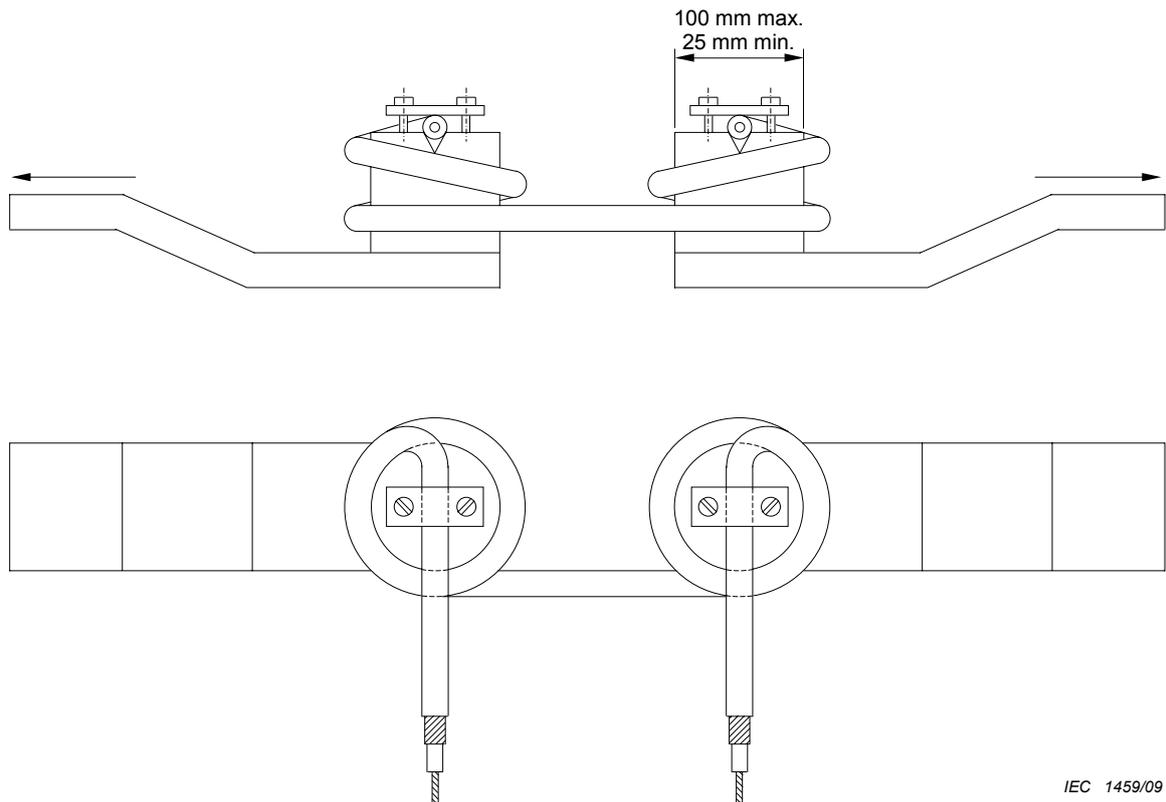
#### **8.2.14 Essai de traction**

Des échantillons d'éléments chauffants complets, comprenant liaison froide et jonction (réalisées en usine ou assemblées conformément aux instructions du fabricant), faisant partie du produit fini, doivent être essayés sur une machine de traction équipée de mâchoires d'une conception proche de celle de la Figure 4. L'échantillon doit être installé entre les mâchoires tel que montré en Figure 4. L'écartement initial entre les mâchoires doit être de 150 mm. La vitesse d'écartement des mâchoires doit être de 50 mm/min. La continuité des âmes doit être surveillée et les échantillons doivent être examinés en permanence pour détecter les défauts d'un élément constituant le câble. La charge pour laquelle un tel incident est détecté en premier doit être considérée comme la charge de défaut.

Trois échantillons doivent être essayés et la mesure minimale de force de défaut constatée prise comme résultat de l'essai.

Tous les câbles complets doivent subir un essai de traction et résister à une force minimale de 120 N.

De plus, les câbles conçus pour la classe mécanique M2 doivent résister à une force de traction minimale de 300 N.



IEC 1459/09

**Figure 4 – Mâchoires pour la machine de traction**

### 8.2.15 Essai d'enroulements alternés

Une partie du câble complet doit être enroulé autour d'un mandrin, avec une charge de traction suffisante pour former une hélice jointive comprenant au minimum trois tours. Le diamètre du mandrin doit être de six fois le diamètre extérieur pour des câbles avec ou sans écran, de 15 fois le diamètre extérieur pour des câbles avec une armure ou le diamètre de courbure minimum spécifié par le fabricant. Pour les câbles plats, la dimension minimale du câble doit être prise à la place du diamètre.

L'essai complet doit comprendre six cycles d'essais, chaque cycle consiste à enrouler le câble autour du mandrin, le dérouler et le ré-enrouler en sens inverse de telle sorte que la surface du câble à l'intérieur de l'hélice pendant le premier enroulement soit la surface externe de l'hélice pendant le ré-enroulement. Au cours d'une inspection visuelle, aucune partie du câble ne doit avoir de signes de dommages après l'essai. Les plis insignifiants sur la gaine ne doivent pas être considérés comme des défauts.

A la fin de l'essai d'enroulements alternés, l'échantillon en essai doit être soumis à l'essai diélectrique du 8.2.2.2, et ce après une durée d'immersion dans l'eau pendant 1 h avant l'essai.

L'essai diélectrique doit être réalisé entre les âmes et le cas échéant l'ensemble des âmes et l'écran.

### 8.2.16 Essai de choc à chaud

L'élément chauffant du câble doit être enroulé sur six spires autour d'un mandrin de six fois le diamètre externe de l'échantillon et placé dans une enceinte chauffante à 150 °C pendant 1 h. Si les spires individuelles de l'échantillon se mettent à fondre ou à se souder ensemble, alors l'essai doit être réalisé à 125 °C pendant 8 h.

L'essai doit être réalisé sur trois échantillons.

Il ne doit pas y avoir de fissures dans l'enveloppe externe détectables par une inspection visuelle.

### **8.2.17 Essai de retrait de l'enveloppe isolante et de la gaine**

#### **a) Enveloppe isolante**

Deux échantillons, de 200 mm de long chacun, doivent être essayés conformément à la CEI 60811-1-3.

L'essai doit être réalisé à la température de 130 °C pendant 1 h.

La moyenne du retrait sur les deux échantillons doit être inférieure à 4 %.

#### **b) Gaine**

Deux échantillons doivent être essayés conformément à la CEI 60811-1-3. La longueur des échantillons doit être en accord avec la CEI 60811-1-3.

L'essai est réalisé à la température de 130 °C pendant 1 h.

La moyenne du retrait sur les deux échantillons doit être inférieure à 4 %.

### **8.2.18 Essai d'allongement à chaud**

Le taux de réticulation des matériaux réticulés de gainage et d'isolation doit être contrôlé par l'essai d'allongement à chaud décrit dans la CEI 60811-2-1 à la température de 200 °C.

L'allongement maximal autorisé sous charge doit être de 175 % et l'allongement maximal résiduel permanent après refroidissement doit être de 15 %.

### **8.2.19 Essai de vieillissement cyclique pour les câbles chauffants**

Pour les câbles chauffants destinés à être installés dans une chape ou du ciment, 5 échantillons de la couche externe non métallique du câble, préparés conformément à la CEI 60811-1-1, doit être soumis à un essai de vieillissement cyclique pendant 6 semaines suivant les conditions ci dessous:

- un cycle = une semaine;
- vieillissement à sec 120 h à 120 °C dans l'air;
- vieillissement humide dans une solution d'eau alcaline à 50 °C pendant 48 h.

La solution aqueuse doit avoir un pH >12 et être faite d'eau potable, de CaCO<sub>3</sub> et de Ca(OH)<sub>2</sub> en ajustant le pH avec du Ca(OH)<sub>2</sub>. L'échantillon doit être placé dans le récipient rempli de la solution d'eau et placé dans une enceinte thermique conformément à la CEI 60811-1-2.

NOTE 1 Il est recommandé que le récipient soit recouvert d'une feuille d'aluminium pendant la période de vieillissement à cause de l'évaporation du liquide.

NOTE 2 On a évalué à 50 g de CaCO<sub>3</sub> par litre et 2 g to 3 g de Ca(OH)<sub>2</sub> par litre d'eau la quantité approximative pour atteindre une solution saturée de CaCO<sub>3</sub> et le pH nécessaire pour la solution d'eau mais des ajustements peuvent être nécessaires après chaque cycle suite à l'évaporation de l'eau. On mesure le pH avec une bande de papier pH existant dans le commerce ayant une bonne sensibilité dans la partie alcaline de l'échelle du pH.

Après 6 cycles, la contrainte de traction et l'allongement à la rupture doivent être mesurés conformément à la CEI 60811-1-1.

La variation vis à vis d'échantillons non vieillis doit être inférieure à 25 % pour la contrainte de traction et à 25 % pour l'allongement à la rupture.

### **8.2.20 Essai de vieillissement cyclique pour les jonctions et les terminaisons scellées**

Cinq échantillons factices de câble chauffant équipé d'une longueur comprise entre 0,25 m et 0,50 m destinés à être installés dans une chape ou du ciment, incluant les terminaisons et/ou les jonctions doivent être soumis à un essai de vieillissement cyclique pendant 6 semaines suivant les conditions ci dessous:

- un cycle = une semaine dans une solution d'eau alcaline.

La solution aqueuse doit avoir un pH >12 et être faite d'eau potable de  $\text{CaCO}_3$  et de  $\text{Ca(OH)}_2$  en ajustant le pH avec le  $\text{Ca(OH)}_2$

NOTE 1 Il est recommandé que le récipient soit recouvert d'une feuille d'aluminium pendant la période de vieillissement à cause de l'évaporation du liquide.

NOTE 2 On a évalué à 50 g de  $\text{CaCO}_3$  par litre et 2 g à 3 g de  $\text{Ca(OH)}_2$  par litre d'eau la quantité approximative pour atteindre une solution saturée de  $\text{CaCO}_3$  et le pH nécessaire pour la solution d'eau mais des ajustements peuvent être nécessaires après chaque cycle suite à l'évaporation de l'eau. On mesure le pH avec une bande de papier pH existant dans le commerce ayant une bonne sensibilité dans la partie alcaline de l'échelle du pH.

Les échantillons doivent être placés dans un récipient à 50 °C durant une semaine dans une enceinte chauffante conformément à la CEI 60811-1-2. Le récipient est recouvert d'une feuille d'aluminium durant la période de vieillissement. Après ce temps, le récipient et les échantillons doivent être naturellement ramenés à la température ambiante. La résistance de l'isolation doit être mesurée entre les âmes et l'écran, et entre les âmes et la solution aqueuse ou la terre.

La résistance de l'enveloppe isolante doit être mesurée conformément au 8.2.2.3.

La valeur mesurée ne doit jamais être inférieure à 50 MΩ.

### **8.2.21 Contrôle de la tenue des marquages**

La conformité doit être contrôlée en essayant d'effacer le marquage en frottant légèrement dix fois avec un morceau de coton hydrophile ou de tissu trempé dans de l'eau.

Le marquage doit être lisible avec une vision normale ou corrigée après que l'essai soit réalisé.

### **8.2.22 Essai d'abrasion**

A l'étude.

### **8.2.23 Essai de déformation sur les matériaux d'isolation et de gainage**

Les essais doivent être réalisés conformément à la CEI 60811-3-1 à la température de 90 °C, à la fois sur l'enveloppe isolante et sur la gaine.

La déformation ne doit pas être supérieure à 50 % de l'épaisseur initiale de l'échantillon.

## **8.3 Essais de série et essais d'échantillonnage**

### **8.3.1 Remarque générale**

L'essai en haute tension et l'essai de résistance sont des essais de série alors que les autres essais sont des essais d'échantillonnage.

Chaque câble chauffant équipé doit être essayé en haute tension et en résistance comme essais de série.

### 8.3.2 Essai de tension

Chaque unité fournie, que ce soit en tourets ou de câble chauffant équipé, doit être soumise à un essai diélectrique.

La tension doit être appliquée entre les âmes et le cas échéant entre les âmes et l'écran.

Pour les unités de câble chauffant d'une longueur inférieure à 300 m, l'essai doit être conduit à 2,5 kV alternatif pendant au minimum 5 s.

Pour les câbles chauffants fournis en tourets, l'essai doit être conduit à 2,5 kV alternatif pendant 1 min, ou à 3,5 kV continu pendant 1 min.

Aucun claquage ne doit apparaître.

### 8.3.3 Vérification de la résistance et de la puissance du câble chauffant

Les performances finales de chaque longueur de câble chauffant livré doivent être vérifiées en mesurant sa résistance en continu ou son courant à une tension et une température donnée.

Pour la résistance en continu et la conductance, la résistance de l'élément chauffant par mètre de longueur de l'âme  $20\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$  doit être en accord avec les valeurs donnée par le fabricant avec une tolérance maximale de  $\begin{matrix} +10 \\ -5 \end{matrix}$  %, sauf autre spécification. La valeur du courant à la tension et à la température donnée doit être comprise dans les tolérances du fabricant.

### 8.3.4 Epaisseur de l'enveloppe isolante

La valeur moyenne minimale de l'épaisseur de l'enveloppe isolante doit être définie par le fabricant.

La mesure de l'enveloppe isolante doit être réalisée conformément à la méthode décrite dans la CEI 60811-1-1.

En tout point, l'épaisseur ne doit pas être inférieure à la valeur moyenne minimale moins 15 %.

### 8.3.5 Epaisseur de la gaine

La valeur moyenne minimale de l'épaisseur de la gaine doit être définie par le fabricant.

La mesure de la gaine doit être réalisée conformément à la méthode décrite dans la CEI 60811-1-1.

En tout point, l'épaisseur ne doit pas être inférieure à la valeur moyenne minimale moins 20 %.

### 8.3.6 Essai d'allongement à chaud

Le taux de réticulation des matériaux réticulés doit être contrôlé au moyen de la méthode d'essai décrite dans la CEI 60811-2-1 à la température de  $200\text{ °C}$ .

L'allongement maximal admis sous charge doit être de 175 % et l'allongement maximal résiduel permanent après refroidissement doit être de 15 %.

## Bibliographie

- [1] CEI 62395 (toutes les parties), *Systèmes de traçage par résistance électrique pour applications industrielles et commerciales*
  - [2] CEI 60364, (toutes les parties), *Installations électriques basse tension*
  - [3] CEI 60529, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)*
  - [4] CEI 62395-1, *Systèmes de traçage par résistance électrique pour applications industrielles et commerciales – Partie 1 : Exigences générales et d'essai*
  - [5] ISO 4892-2:2006, *Plastiques – Méthodes d'exposition à des sources lumineuses de laboratoire – Partie 2: Lampes à arc Xénon*
-

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE.  
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

3, rue de Varembé  
PO Box 131  
CH-1211 Geneva 20  
Switzerland

Tel: + 41 22 919 02 11  
Fax: + 41 22 919 03 00  
[info@iec.ch](mailto:info@iec.ch)  
[www.iec.ch](http://www.iec.ch)