

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Electric cables – Halogen-free, low smoke, thermoplastic insulated and sheathed cables of rated voltages up to and including 450/750 V –
Part 1: General requirements**

**Câbles électriques – Câbles à isolation et gaine thermoplastique sans halogène, à faible dégagement de fumée, de tension assignée au plus égale à 450/750 V –
Partie 1: Exigences générales**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2015 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 l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

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

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

The stand-alone application for consulting the entire bibliographical information on IEC International Standards, Technical Specifications, Technical Reports and other documents. Available for PC, Mac OS, Android Tablets and iPad.

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 15 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

More than 60 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: csc@iec.ch.

A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) 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 IEC

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

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

Application autonome pour consulter tous les renseignements bibliographiques sur les Normes internationales, Spécifications techniques, Rapports techniques et autres documents de l'IEC. Disponible pour PC, Mac OS, tablettes Android et iPad.

Recherche de publications IEC - www.iec.ch/searchpub

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et aussi une fois par mois par email.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 15 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

Plus de 60 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: csc@iec.ch.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Electric cables – Halogen-free, low smoke, thermoplastic insulated and sheathed cables of rated voltages up to and including 450/750 V –
Part 1: General requirements**

**Câbles électriques – Câbles à isolation et gaine thermoplastique sans halogène, à faible dégagement de fumée, de tension assignée au plus égale à 450/750 V –
Partie 1: Exigences générales**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.060.20

ISBN 978-2-8322-2255-3

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

CONTENTS

FOREWORD	4
1 Scope	6
2 Normative references	6
3 Terms and definitions	7
3.1 Definitions relating to insulating and sheathing materials	7
3.2 Definitions relating to tests	7
4 Rated voltage	8
5 Marking	8
5.1 Indication of origin and cable identification	8
5.2 Continuity of marks	9
5.3 Durability	9
5.4 Legibility	9
6 Core identification	9
6.1 General	9
6.2 Core identification by colours	9
6.2.1 General requirements	9
6.2.2 Colour scheme	9
6.2.3 Colour combination green-and-yellow	10
6.3 Core identification by numbers	10
6.3.1 General requirements	10
6.3.2 Preferred arrangement of marking	10
6.3.3 Durability	11
7 General requirements for the construction of cables	11
7.1 Conductors	11
7.1.1 Material	11
7.1.2 Construction	11
7.1.3 Check on construction	11
7.1.4 Electrical resistance	11
7.2 Insulation	11
7.2.1 Material	11
7.2.2 Application to the conductor	12
7.2.3 Thickness	12
7.2.4 Mechanical properties before and after ageing	12
7.3 Filler	14
7.3.1 Material	14
7.3.2 Application	14
7.4 Extruded inner covering	15
7.4.1 Material	15
7.4.2 Application	15
7.4.3 Thickness	15
7.5 Sheath	15
7.5.1 Material	15
7.5.2 Application	15
7.5.3 Thickness	15
7.5.4 Mechanical properties before and after ageing	16
7.6 Tests on completed cables	17

7.6.1	Electrical properties	17
7.6.2	Overall dimensions	18
7.6.3	Mechanical strength of flexible cables	19
7.6.4	Tests under fire conditions	19
8	Guide to use of the cables	19
Annex A (normative)	Code designation	20
Annex B (normative)	Assessment of halogens	21
B.1	Requirements for extruded material	21
B.1.1	Type test	21
B.1.2	Sample test	21
B.2	Requirements for non-extruded materials – Type and sample test	22
Bibliography		23
Figure 1 – Arrangement of marking		11
Table 1 – Examples of maximum permitted voltages against rated voltage of cable		8
Table 2 – Requirements for non-electrical tests for halogen-free thermoplastic insulation (1 of 2)		13
Table 3 – Requirements for the non-electrical test for halogen-free thermoplastic sheathing compounds (1 of 2)		16
Table 4 – Requirements for electrical tests	18	
Table B.1 – Type test for extruded material for the assessment of halogens	21	
Table B.2 – Sample test for extruded material for the assessment of halogens	21	

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ELECTRIC CABLES – HALOGEN-FREE, LOW SMOKE, THERMOPLASTIC INSULATED AND SHEATHED CABLES OF RATED VOLTAGES UP TO AND INCLUDING 450/750 V –

Part 1: General requirements

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 itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 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 62821-1 has been prepared by IEC technical committee 20: Electric cables.

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

FDIS	Report on voting
20/1555/FDIS	20/1567/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.

A list of all parts in the IEC 62821 series, published under the general title, *Electric cables – Halogen-free, low smoke, thermoplastic insulated and sheathed cables of rated voltages up to and including 450/750 V*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability 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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62821-1:2015

ELECTRIC CABLES – HALOGEN-FREE, LOW SMOKE, THERMOPLASTIC INSULATED AND SHEATHED CABLES OF RATED VOLTAGES UP TO AND INCLUDING 450/750 V –

Part 1: General requirements

1 Scope

This part of IEC 62821 applies to cables with insulation, and sheath if any, based on halogen-free, thermoplastic compound, and having low emission of smoke and corrosive gases when exposed to fire, of rated voltages U_0/U up to and including 450/750 V used in power installations of nominal voltage not exceeding 450/750 V a.c.

NOTE For some types of flexible cable the term "cord" is used.

The particular types of flexible cables are specified in IEC 62821-3. The code designations of these types of cables are given in Annex A.

The test methods specified in this standard and in IEC 62821-3 are given in IEC 60227-2, IEC 60332-1-2, IEC 60684-2, IEC 60754-1 and IEC 60754-2, and in the relevant parts of IEC 60811, and in IEC 61034-2 and in IEC 62821-2.

2 Normative references

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

IEC 60050 (all parts), *International Electrotechnical Vocabulary*

IEC 60227-2:1997, *Polyvinyl chloride insulated cables of rated voltages up to and including 450/750 V – Part 2: Test methods*

IEC 60228, *Conductors of insulated cables*

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 60684-2, *Flexible insulating sleeving – Part 2: Methods of test*

IEC 60754-1, *Test on gases evolved during combustion of materials from cables – Part 1: Determination of the halogen acid content*

IEC 60754-2, *Test on gases evolved during combustion of materials from cables – Part 2: Determination of acidity (by pH measurement) and conductivity*

IEC 60811-401, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 401: Miscellaneous tests – Thermal ageing methods – Ageing in an air oven*

IEC 60811-501, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 501: Mechanical tests – Tests for determining the mechanical properties of insulating and sheathing compounds*

IEC 60811-502, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 502: Mechanical tests – Shrinkage test for insulations*

IEC 60811-504, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 504: Mechanical tests – Bending tests at low temperature for insulation and sheaths*

IEC 60811-505, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 505: Mechanical tests – Elongation at low temperature for insulations and sheaths*

IEC 60811-508, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 508: Mechanical tests – Pressure test at high temperature for insulation and sheaths*

IEC 61034-2, *Measurement of smoke density of cables burning under defined conditions – Part 2: Test procedure and requirements*

IEC 62440, *Electrical cables with a rated voltage not exceeding 450/750 V – Guide to use.*

IEC 62821-2:2015, *Electric cables – Halogen-free, low smoke, thermoplastic insulated and sheathed cables of rated voltage up to and including 450/750 V – Part 2: Test methods*

IEC 62821-3, *Electric cables – Halogen-free, low smoke, thermoplastic insulated and sheathed cables of rated voltage up to and including 450/750 V – Part 3: Flexible cables*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions in IEC 60050-461, as well as the following terms and definitions, apply.

3.1 Definitions relating to insulating and sheathing materials

3.1.1

polyolefin based halogen-free compound

compound, in which the polymer is a polyolefin or equivalent synthetic polymer not containing halogens, providing a compound which meets the requirements given in the particular specification

3.1.2

type of compound

category in which a compound is placed according to its properties, as determined by specific tests

Note 1 to entry: The type designation is not directly related to the composition of the compound.

3.2 Definitions relating to tests

3.2.1

type tests

T

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

Note 1 to entry: Type tests are of such a nature that, after they have been made, they need not be repeated unless changes are made in the cable materials or design which might change the performance characteristics.

3.2.2**sample tests****S**

tests made on samples of completed cable or components taken from a completed cable, adequate to verify that the finished product meets the design specifications

3.2.3**routine test****R**

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

3.2.4**median value**

when several test results have been obtained and ordered in an increasing or decreasing succession, the median value is the middle value if the number of available values is odd, and is the mean of the two middle values if the number is even

4 Rated voltage

The rated voltage of a cable is the reference voltage for which the cable is designed.

The rated voltage in an alternating current system, is expressed by the combination of two values U_0/U , expressed in volts, where:

- U_0 is the r.m.s. value between any insulated phase conductor and “earth” (metal covering of the cable or the surrounding medium);
- U is the r.m.s. value between any two phase conductors of a multicore cable or of a system of single core cables.

In an alternating current system, the rated voltage of a cable or cord shall be at least equal to the nominal voltage of the system for which it is intended. This condition applies to the values of both U_0 and U .

The maximum permanent operating voltage of the system (a.c. or d.c.) is stated in Table 1.

Table 1 – Examples of maximum permitted voltages against rated voltage of cable

Rated voltage of cable U_0/U V	Maximum permanent, permitted, operating voltage of the system			
	a.c.	3-phase a.c.	d.c.	
	Conductor-earth $U_{0 \max}$ (V)	Conductor-conductor $U_{\max}$ (V)	Conductor-earth V	Conductor-conductor V
300/300	320	320 ^a	410	410
300/500	320	550	410	820
450/750	480	825	620	1 240

^a Single-phase power system only.

5 Marking**5.1 Indication of origin and cable identification**

Cables shall be provided with an indication of the manufacturer, which shall be either an identification thread or a repetitive marking of the manufacturer's name or trademark.

Cables for use at a conductor temperature exceeding 70 °C shall also be marked either with the code designation or with the maximum conductor temperature.

Marking may be by printing or by reproduction in relief on the insulation of an unsheathed cable or on the sheath.

5.2 Continuity of marks

Each specified mark shall be regarded as continuous if the distance between the end of the mark and the beginning of the next identical mark does not exceed

- 550 mm if the marking is on the outer sheath of the cable,
- 275 mm if the marking is
 - a) on the insulation of an unsheathed cable,
 - b) on the insulation of a sheathed cable,
 - c) on a tape within a sheathed cable.

5.3 Durability

Printed markings shall be durable. Compliance with this requirement shall be checked by the test given in 1.8 of IEC 60227-2:1997.

5.4 Legibility

All markings shall be legible.

The colours of the identification threads shall be easy to recognize or easily made recognizable, if necessary, by cleaning with petrol or other suitable solvent.

6 Core identification

6.1 General

Each core shall be identified as follows:

- in cables having up to and including five cores: by colour, see 6.2;
- in cables having more than five cores: by number, see 6.3.

6.2 Core identification by colours

6.2.1 General requirements

Identification of the cores of a cable shall be achieved by the use of coloured insulation or other suitable method.

Each core of a cable shall have only one colour, except the core identified by a combination of the colours green-and-yellow.

The colours green and yellow, when not in combination, shall not be used for any multicore cable.

The colours red and white should preferably be avoided.

6.2.2 Colour scheme

The preferred colour scheme for cables is as follows:

- single-core cable: no preferred colour scheme;

- two-core cable: no preferred colour scheme;
- three-core cable: either green-and-yellow, blue, brown; or brown, black, grey;
- four-core cable: either green-and-yellow, brown, black, grey; or blue, brown, black, grey;
- five-core cable: either green-and-yellow, blue, brown, black, grey; or blue, brown, black, grey, black.

The colours shall be clearly identifiable and durable. Durability shall be checked by the test given in 1.8 of IEC 60227-2:1997.

6.2.3 Colour combination green-and-yellow

The distribution of the colours for the core coloured green-and-yellow shall comply with the following condition: for every 15 mm length of core, one of these colours shall cover at least 30 % and not more than 70 % of the surface of the core, the other colour covering the remainder.

NOTE Information on the use of the colours green-and-yellow and blue.

It is understood that the colours green and yellow, when combined as specified above, are recognized exclusively as a means of identification of the core intended for use as earth connection or similar protection, and that the colour blue is intended for the identification of the core intended to be connected to neutral.

6.3 Core identification by numbers

6.3.1 General requirements

The insulation of the cores shall be of the same colour and numbered sequentially, except for the core coloured green-and-yellow, if one is included.

The green-and-yellow core, if any, shall comply with the requirement of 6.2.3 and shall be in the outer layer.

The numbering shall start by number 1 in the inner layer.

The numbers shall be printed in arabic numerals on the outer surfaces of the cores. All the numbers shall be of the same colour, which shall contrast with the colour of the insulation. The numerals shall be legible.

6.3.2 Preferred arrangement of marking

The numbers shall be repeated, at regular intervals along the core, consecutive numbers being inverted in relation to each other.

When the number is a single numeral, a dash shall be placed underneath it. If the number consists of two numerals, these shall be disposed one below the other and a dash placed below the lower numeral. The spacing d between consecutive numbers shall not exceed 50 mm.

The arrangement of the marks is shown in Figure 1 below.

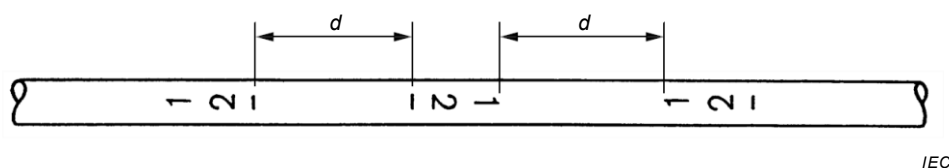


Figure 1 – Arrangement of marking

6.3.3 Durability

Printed numerals shall be durable. Compliance with this requirement shall be checked by the test given in 1.8 of IEC 60227-2:1997.

7 General requirements for the construction of cables

7.1 Conductors

7.1.1 Material

The conductors shall consist of annealed copper, except for the wires of tinsel cords, for which a copper alloy may be used. The wires may be plain or tinned.

7.1.2 Construction

The maximum diameters of the wires of flexible conductors, other than the conductors of tinsel cords, and the minimum number of the wires of rigid conductors shall be in accordance with IEC 60228.

The classes of the conductors relevant to the various types of cables are given in the particular specifications (see IEC 62821-3).

For tinsel cords, each conductor shall comprise a number of strands or groups of strands, twisted together, each strand being composed of one or more flattened wires of copper or copper alloy, helically wound on a thread of cotton, polyamide or similar material.

7.1.3 Check on construction

Compliance with the requirements of 7.1.1 and 7.1.2, including the requirements of IEC 60228, shall be checked by inspection and by measurement.

7.1.4 Electrical resistance

For cables other than tinsel cords, the resistance of each conductor at 20 °C shall be in accordance with the requirements of IEC 60228 for the given class of the conductor.

Compliance shall be checked by the test given in Annex A of IEC 60228.

7.2 Insulation

7.2.1 Material

The insulation shall be a halogen-free compound of the type specified for each type of cable in the particular specifications (see IEC 62821-3).

For example, the material type shall be LSHF/D in the case of flexible cables.

The test requirements for these compounds are specified in Table 2.

The maximum operating temperatures for cables insulated with any of the above types of compound and covered by the particular specifications (see IEC 62821-3) are given in those standards.

7.2.2 Application to the conductor

The insulation shall be so applied that it fits closely on the conductor, but for cables other than tinsel cords, it shall be possible to remove it without damage to the insulation itself, to the conductor or to the tin coating, if any.

Unless otherwise specified in the particular parts, it is permitted to place a separator between the conductor and the insulation.

Compliance shall be checked by inspection and by manual test.

7.2.3 Thickness

The mean value of the thickness of insulation shall be not less than the specified value for each type and size of cable shown in the tables of the particular specifications (see IEC 62821-3).

For each piece of core, the average of the measured values, rounded to 0,1 mm in accordance with Annex B, shall be not less than the nominal thickness, and the smallest value measured shall not fall below 90 % of the nominal value by more than 0,1 mm, i.e.:

$$t_m \geq 0,9t_n - 0,1$$

where

t_m is the minimum thickness, in millimetres;

t_n is the nominal thickness, in millimetres.

Compliance shall be checked by the test given in 1.9 of IEC 60227-2:1997.

7.2.4 Mechanical properties before and after ageing

The insulation shall have adequate mechanical strength and elasticity within the temperature limits to which it may be exposed in normal use.

Compliance shall be checked by carrying out the tests specified in Table 2.

The applicable test methods and the results to be obtained are specified in Table 2.

Table 2 – Requirements for non-electrical tests for halogen-free thermoplastic insulation (1 of 2)

1	2	3	4	5	
Reference no.	Test	Unit	Type of compound LSHF/D	Test method described in IEC	Clause/subclause
1	<i>Tensile strength and elongation at break</i>			60811-501	
1.1	Properties in the state as delivered				
1.1.1	Values to be obtained for the tensile strength: – median, min.	N/mm ²	7,5		
1.1.2	Values to be obtained for the elongation at break: – median, min.	%	150		
1.2	Properties after ageing in air oven			60811-401 and 60811-501	
1.2.1	Ageing conditions: – temperature – duration of treatment	°C h	80 ± 2 7 × 24		
1.2.2	Values to be obtained for the tensile strength: – median, min. – variation ^a , max.	N/mm ² %	– ±20		
1.2.3	Values to be obtained for the elongation at break: – median, min. – variation ^a , max.	% %	– ±20		
2	<i>Shrinkage test</i>			60811-502	
2.1	Test conditions: – sample length – temperature – duration of treatment – shrinkage, max.	mm °C h %	200 100 ± 2 1 4		
3	<i>Pressure test at high temperature</i>			60811-508	
3.1	Test conditions: – force exerted by the blade – duration of heating under load – temperature	See IEC 60811-508 See IEC 60811-508 °C	80 ± 2		
3.2	Results to be obtained: – median of the depth of penetration, max.	%	50		
4	<i>Bending test at low temperature</i>			60811-504	
4.1	Test conditions: – temperature ^b – period of application of low temperature	°C	–15 ± 2	60811-504	
4.2	Results to be obtained		No cracks		

Table 2 (2 of 2)

1	2	3	4	5	
Reference no.	Test	Unit	Type of component LSHF/D	Test method described in IEC	Clause/Subclause
5	<i>Elongation test at low temperature</i>			60811-505	
5.1	Test conditions: – temperature ^b – period of application of low temperature	°C See IEC 60811-505	–15 ± 2		
5.2	Result to be obtained: – elongation without break, min.	%	30		
6	<i>Assessment of halogen</i>			62821-1	Annex B
6.1	– pH, min.		4,3		
6.2	– conductivity, max.	µS/mm	10		
6.3	Amount of halogen acid gas				
	– HCl and HBr, max.	%	0,5		
	– HF, max. ^c	%	0,1		
^a Variation: difference between the median value after ageing and the median value without ageing, expressed as a percentage of the latter. ^b Due to climatic conditions, national standards may require a lower test temperature to be used. ^c This test need not be performed if a negative result is obtained for fluorine in the test to 5.3 in IEC 62821-2:2015.					

7.3 Filler

7.3.1 Material

Unless otherwise specified in the particular specifications (IEC 62821-3), the fillers shall be composed of one of the following or of any combination of the following:

- halogen-free compound; or
- halogen-free natural or synthetic textiles; or
- halogen-free paper.

When a compound is used as filler, there shall be no harmful interactions between its constituents and the insulation and/or the sheath. Compliance with this requirement shall be checked by the ageing procedure for pieces of completed cable test given in IEC 60811-401.

7.3.2 Application

For each type of cable, the particular specifications (IEC 62821-3) specify whether that cable includes fillers or whether the sheath or inner covering may penetrate between the cores, thus forming a filling.

The fillers shall fill the spaces between the cores giving the assembly a practically circular shape. The fillers shall not adhere to the cores. The assembly of cores and fillers may be held together by a halogen-free (according to Annex B) film or tape.

7.4 Extruded inner covering

7.4.1 Material

Unless otherwise specified in the particular specifications (IEC 62821-3), the extruded inner covering shall be composed of a halogen-free compound (according to Annex B).

There shall be no harmful interactions between its constituents and the insulation and/or the sheath. Compliance with this requirement shall be checked by the test given in IEC 60811-401.

7.4.2 Application

The extruded inner covering shall surround the cores and may penetrate the spaces between them giving the assembly a practical circular shape. The extruded inner covering shall not adhere to the cores.

For each type of cable, the particular specifications (IEC 62821-3) indicate whether that cable includes an extruded inner covering or not, or whether the outer sheath may penetrate between the cores, thus forming a filling.

7.4.3 Thickness

Unless otherwise specified in the particular specifications (IEC 62821-3), no measurement is required for the extruded inner covering.

7.5 Sheath

7.5.1 Material

The sheath shall be a halogen-free compound of the type specified for each type of cable in the particular specifications (see IEC 62821-3).

– for example, the material type shall be LSHF/ST1 in the case of flexible cables.

The test requirements for these compounds are specified in Table 3.

7.5.2 Application

The sheath shall be extruded in a single layer:

- a) on the core, in the case of single-core cables;
- b) on the assembly of cores and fillers or inner covering, if any, in the case of other cables.

The sheath shall not adhere to the cores. A separator, consisting of a film or tape, may be placed under the sheath.

In certain cases, indicated in the particular specifications (IEC 62821-3), the sheath may penetrate into the spaces between the cores, thus forming a filling (see 7.3.2).

7.5.3 Thickness

The mean value of the thickness shall not be less than the specified value for each type and size of cable shown in the tables of the particular specifications (IEC 62821-3).

For each piece of core, the average of the measured values, rounded to 0,1 mm in accordance with Annex B, shall be not less than the nominal thickness, and the smallest value measured shall not fall below 85 % of the nominal value by more than 0,1 mm, i.e.:

$$t_m \geq 0,85t_n - 0,1$$

where

t_m is the minimum thickness, in millimetres;

t_n is the nominal thickness, in millimetres.

Compliance shall be checked by the test given in 1.10 of IEC 60227-2:1997.

7.5.4 Mechanical properties before and after ageing

The sheath shall have adequate mechanical strength and elasticity within the temperature limits to which it may be exposed in normal use.

Compliance shall be checked by carrying out the tests specified in Table 3.

The applicable test values and the results to be obtained are specified in Table 3.

Table 3 – Requirements for the non-electrical test for halogen-free thermoplastic sheathing compounds (1 of 2)

1 Reference no.	2 Test	3 Unit	4 Type of compound LSHF/ ST1	5 Test method described in	
				IEC	Clause/ subclause
1	<i>Tensile strength and elongation at break</i>			60811-501	
1.1	Properties in the state as delivered				
1.1.1	Values to be obtained for the tensile strength: – median, min.	N/mm ²	7,5		
1.1.2	Values to be obtained for the elongation at break – median, min.	%	150		
1.2	Properties after ageing in the air oven			60811-401	
1.2.1	Ageing conditions: – temperature – duration of treatment	°C h	80 ± 2 7 × 24		
1.2.2	Values to be obtained for the tensile strength: – median, min. – variation ^a , max.	N/mm ² %	– ±20		
1.2.3	Values to be obtained for the elongation at break: – median, min. – variation ^a , max.	% %	– ±20		
2	<i>Pressure test at high temperature</i>			60811-508	
2.1	Test conditions: – force exerted by the blade – duration of heating under load – temperature	N h °C	80 ± 2	60811-508 60811-508	
2.2	Results to be obtained:	%	50		
3	<i>Bending test at low temperature</i>			60811-504	
3.1	Test conditions: – temperature ^b – period of application of low temperature	°C h	–15 ± 2 ^c	60811-504	
3.2	Results to be obtained		No cracks		

Table 3 (2 of 2)

1	2	3	4	5	
Reference no.	Test	Unit	Type of compound LSHF/ ST1	IEC	clause/ subclause
4	<i>Elongation test at low temperature</i>			60811-505	
4.1	Test conditions				
	– temperature	°C	–15± 2		
	– period of application of low temperature	See 60811-505			
4.2	Result to be obtained				
	– elongation without break,min.	%	30		
5	<i>Water immersion</i>			62821-2	5.2
5.1	Test conditions				
	– temperature	°C	70 ± 2		
	– duration	h	7 × 24		
5.2	Mechanical properties after immersion				
5.2.1	Values to be obtained for the tensile strength				
	- variation max.	%	± 30		
5.2.2	Values to be obtained for the elongation at break				
	– variation max.	%	± 35		
6	<i>Assessment of halogen</i>			62821-1	Annex B
	– pH, min.		4,3		
	– conductivity, max.	µS/mm	10		
	Amount of halogen acid gas				
	- HCl and HBr, max.	%	0,5		
	- HF, max. ^d	%	0,1		

^a Variation: difference between the median value after ageing and the median value without ageing, expressed as a percentage of the latter.

^b Due to climatic conditions, national standards may require the use of a lower test temperature.

^c See the test method referred to in column 5.

^d This test need not be performed if a negative result is obtained for fluorine in the test to 5.3 in IEC 62821-2:2015.

7.6 Tests on completed cables

7.6.1 Electrical properties

The cables shall have adequate dielectric strength and insulation resistance.

Compliance shall be checked by carrying out the tests specified in Table 4.

The test methods and the results to be obtained are specified in Table 4.

Table 4 – Requirements for electrical tests

1	2	3	4	5	6	7	
Reference no.	Test	Unit	Rated voltage of cables			Test method described in	
			300/ 300 V	300/ 500 V	450/ 750 V	IEC	Subclause
1	<i>Measurement of the resistance of conductors</i>					60227-2	2.1
1.1	Values to be obtained, max.		See IEC 60228				
2	<i>Voltage test on completed cables</i>					60227-2	2.2
2.1	Test conditions: – minimum length of the sample – minimum period of immersion in water – temperature of the water	m h °C	10 1 20 ± 5	10 1 20 ± 5	10 1 20 ± 5		
2.2	Voltage applied (a.c.)	V	2 000	2 000	2 500		
2.3	Duration of each application of voltage, min.	min	5	5	5		
2.4	Results to be obtained		No breakdown				
3	<i>Voltage test on cores</i>					60227-2	2.3
3.1	Test conditions: – length of sample – minimum period of immersion in water – temperature of the water	m h °C	5 1 20 ± 5	5 1 20 ± 5	5 1 20 ± 5		
3.2	Applied voltage (a.c.) according to specified thickness of insulation: – up to and including 0,6 mm – exceeding 0,6 mm	V V	1 500 2 000	1 500 2 000	– 2 500		
3.3	Duration of each application of voltage, min.	min	5	5	5		
3.4	Results to be obtained		No breakdown				
4	<i>Measurement of insulation resistance</i>					60227-2	2.4
4.1	Test conditions: – length of sample – previous voltage test as in Ref. Nos. 2 or 3 – minimum period of immersion in hot water – temperature of water	m h	5 2	5 2	5 2		
4.2	Results to be obtained		See tables in the particular specification				

7.6.2 Overall dimensions

The mean overall dimensions of the cables shall be within the limits specified in the tables in the particular specifications (see IEC 62821-3).

The difference between any two values of the overall diameter of sheathed circular cables at the same cross-section (ovality) shall not exceed 15 % of the upper limit specified for the mean overall diameter.

Compliance shall be checked by the tests given in 1.11 of IEC 60227-2:1997.

7.6.3 Mechanical strength of flexible cables

The flexible cables shall be capable of withstanding bending and other mechanical stresses occurring in normal use.

When specified in the particular specifications, compliance shall be checked by the tests given in Clause 3 of IEC 60227-2:1997.

7.6.3.1 Flexing test for flexible cables

The test shall be carried out in accordance with 3.1 of IEC 60227-2:1997.

During the test with 30 000 cycles, i.e. 60 000 single movements, neither interruption of the current, short-circuit between the conductors nor short-circuit between the cables and pulleys (the flexible apparatus) shall occur.

After the required number of cycles, the sheath of a sheathed cable shall be examined under normal or corrected vision. There shall be no point at which any underlying component of the cable (for instance inner sheath, tapes, insulated cores etc) shall be visible through a break in the sheath. The sheath of the cable shall then be removed.

The cores from the cable without its sheath, or of a non-sheathed cable, shall then withstand the voltage test carried out in accordance with 2.3 of IEC 60227-2:1997, but with a test voltage not exceeding 2 000 V.

7.6.3.2 Bending test

See 3.2 of IEC 60227-2:1997.

During the test with 60 000 bending cycles, i.e. 120 000 single strokes, interruption of the current shall not occur.

After the test, the sample shall withstand the voltage test carried out in accordance with 2.2 of IEC 60227-2:1997, the voltage, however, being 1 500 V and applied only between the conductors connected together and the water.

7.6.3.3 Snatch test

See 3.3 of IEC 60227-2:1997.

During the test, interruption of the current shall not occur.

7.6.3.4 Test for separation of cores

See 3.4 of IEC 60227-2:1997.

The force shall be between 3 N and 30 N.

7.6.4 Tests under fire conditions

All the cables shall comply with the test specified in IEC 60332-1-2 in accordance with Annex A and in IEC 61034-2 in accordance with Annex B.

8 Guide to use of the cables

See IEC 62440.

Annex A (normative)

Code designation

Cables of the types covered by this standard are designated by three numerals, preceded by the reference number of this standard.

The first two numerals indicate the basic class of cable; the third numeral indicates the particular type within the basic class.

The classes and types are as follows:

10. Sheathed flexible cables for normal applications.
 - 101 Light duty halogen-free low smoke flexible cable (62821- IEC 101 for circular cable and 62821 IEC101f for flat cable).
 - 102 Ordinary duty halogen-free, low smoke flexible cable (62821- IEC 102 for circular cable and 62821 IEC102f for flat cable)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62821-1:2015

Annex B (normative)

Assessment of halogens

B.1 Requirements for extruded material

B.1.1 Type test

The material shall be tested to the sequential test programme in Table B.1.

Table B.1 – Type test for extruded material for the assessment of halogens

	Test method	Measurement	Requirements
1	IEC 60754-2	pH and conductivity	pH $\geq 4,3$ and conductivity $\leq 10 \mu\text{S/mm}$
2	IEC 60754-1	Chlorine and bromine content expressed as HCl	$\leq 0,5 \%$
3a	5.3 of IEC 62821-2:2015	Halogen: fluorine	If negative: stop test; no further test needed. Accept material
			If positive: do test according to 3b
3b	IEC 60684-2	Fluorine content	$\leq 0,1 \%$

B.1.2 Sample test

The material shall be tested to the sequential test programme in Table B.2.

Table B.2– Sample test for extruded material for the assessment of halogens

	Test method	Measurement	Result	Outcome
Stage 0	5.3 of IEC 62821-2:2015	Halogen: fluorine, chlorine and bromine	Negative	Accept material No further test needed
			Positive	Go to stage 1
Stage 1	IEC 60754-2	pH	$< 4,3$	Reject material
		Conductivity	$\geq 4,3$	Evaluate conductivity
			$\leq 2,5 \mu\text{S/mm}$	Accept material No further testing needed
		Conductivity	$> 10 \mu\text{S/mm}$	Reject material
Stage 2	IEC 60754-1	Chlorine and bromine Content expressed as HCl	$> 2,5 \mu\text{S/mm}$ but $\leq 10 \mu\text{S/mm}$	Go to stage 2
			$> 0,5 \%$	Reject material
Stage 3	IEC 60684-2	Fluorine content	$\leq 0,5 \%$	Go to stage 3
			$> 0,1 \%$	Reject material
			$\leq 0,1 \%$	Accept material

B.2 Requirements for non-extruded materials – Type and sample test

The materials shall meet the following requirements:

If the combined mass of all non-extruded materials (including separator tapes and fillers) is $\leq 5\%$ weight-weight of the total combustible material in the cable, the test in IEC 60754-2 (Table B.1, No 1 of this standard) shall be carried out on each component of materials. Each component shall meet the requirements for pH of $\geq 4,3$ and conductivity $\leq 10\ \mu\text{S}/\text{mm}$.

A layer comprising a number of tapes of the same material shall be regarded as one component.

If the combined mass of separator tapes and fillers is $> 5\%$ weight-weight of the total combustible materials, then each of the components shall meet the requirements for extruded material according to Table B.1.

For the test according to 3a of Table B.1, the sample may be prepared from all tapes. If the result is positive, it shall be repeated on each component.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62821-1:2015

Bibliography

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62821-1:2015

SOMMAIRE

AVANT PROPOS	26
1 Domaine d'application	28
2 Références normatives	28
3 Termes et définitions	29
3.1 Définitions se rapportant aux matériaux d'isolation et de gainage	29
3.2 Définitions se rapportant aux essais	30
4 Tension assignée	30
5 Marquage	31
5.1 Indication d'origine et identification du câble	31
5.2 Continuité des marques	31
5.3 Durabilité	31
5.4 Lisibilité	31
6 Identification des conducteurs	32
6.1 Généralités	32
6.2 Identification des conducteurs par couleurs	32
6.2.1 Exigences générales	32
6.2.2 Configuration des couleurs	32
6.2.3 Combinaison des couleurs verte et jaune	32
6.3 Identification des conducteurs par des chiffres	32
6.3.1 Exigences générales	32
6.3.2 Disposition préférentielle du marquage	33
6.3.3 Durabilité	33
7 Exigences générales de construction des câbles	33
7.1 Âmes	33
7.1.1 Matériau	33
7.1.2 Construction	33
7.1.3 Vérification à la construction	34
7.1.4 Résistance électrique	34
7.2 Isolation	34
7.2.1 Matériaux	34
7.2.2 Application sur l'âme	34
7.2.3 Epaisseur	34
7.2.4 Propriétés mécaniques avant et après vieillissement	35
7.3 Bourrage	36
7.3.1 Matériaux	36
7.3.2 Application	37
7.4 Revêtement interne extrudé	37
7.4.1 Matériaux	37
7.4.2 Application	37
7.4.3 Épaisseur	37
7.5 Gaine	37
7.5.1 Matériaux	37
7.5.2 Application	37
7.5.3 Epaisseur	38
7.5.4 Propriétés mécaniques avant et après vieillissement	38
7.6 Essais sur des câbles complets	40

7.6.1	Propriétés électriques	40
7.6.2	Dimensions hors-tout	41
7.6.3	Résistance mécanique des câbles souples	42
7.6.4	Essai du câble soumis au feu	42
8	Guide d'utilisation des câbles	43
Annexe A (normative) Désignation		44
Annexe B (normative) Évaluation des halogènes		45
B.1	Exigences relatives aux matériaux extrudés	45
B.1.1	Essai de type	45
B.1.2	Essai sur des échantillons	45
B.2	Exigences relatives aux matériaux non extrudés – Essai de type et sur des échantillons	46
Bibliographie		47
Figure 1 – Disposition des marques		33
Tableau 1 – Exemples de tensions maximales autorisées en fonction de la tension assignée du câble		31
Tableau 2 – Exigences relatives aux essais non électriques pour l'isolation thermoplastique sans halogène (1 de 2)		35
Tableau 3 – Exigences relatives aux essais non électriques pour les mélanges de gainage thermoplastiques sans halogène (1 de 2)		39
Tableau 4 – Exigences relatives aux essais électriques		41
Tableau B.1 – Essai de type relatif aux matériaux extrudés pour l'évaluation des halogènes		45
Tableau B.2 – Essai sur des échantillons relatif aux matériaux extrudés pour l'évaluation des halogènes		46

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CÂBLES ÉLECTRIQUES – CÂBLES À ISOLATION ET GAINÉ THERMOPLASTIQUE SANS HALOGÈNE, À FAIBLE DÉGAGEMENT DE FUMÉE, DE TENSION ASSIGNÉE AU PLUS ÉGALE À 450/750 V –

Partie 1: Exigences générales

AVANT PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC 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, l'IEC – 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 l'IEC"). 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 l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC 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 l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC 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 l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 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 l'IEC, 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 l'IEC, 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 l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, 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 l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale IEC 62821-1 a été établie par le comité d'études 20 de l'IEC: Câbles électriques.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
20/1555/FDIS	20/1567/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/IEC, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 62821, publiées sous le titre général *Câbles électriques – Câbles à isolation et gaine thermoplastique sans halogène, à faible dégagement de fumée, de tension assignée au plus égale à 450/750 V*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC 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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62821-1:2015

CÂBLES ÉLECTRIQUES – CÂBLES À ISOLATION ET GAINÉ THERMOPLASTIQUE SANS HALOGÈNE, À FAIBLE DÉGAGEMENT DE FUMÉE, DE TENSION ASSIGNÉE AU PLUS ÉGALE À 450/750 V –

Partie 1: Exigences générales

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 62821 s'applique aux câbles à isolation et gaine, le cas échéant, à base de mélanges thermoplastiques sans halogène et à faible dégagement de fumées et de gaz corrosifs en cas d'exposition au feu, de tensions assignées U_0/U au plus égales à 450/750 V, utilisés dans des installations d'énergie d'une tension nominale ne dépassant pas 450/750 V en courant alternatif.

NOTE On utilise le terme «cordon» pour certains types de câbles souples.

Les types de câbles souples particuliers sont spécifiés dans l'IEC 62821-3. Les désignations de ces types de câbles sont données à l'Annexe A.

Les méthodes d'essai spécifiées dans la présente norme et dans l'IEC 62821-3 sont indiquées dans l'IEC 60227-2, l'IEC 60332-1-2, l'IEC 60684-2, l'IEC 60754-1 et l'IEC 60754-2, et dans les parties appropriées de l'IEC 60811, dans l'IEC 61034-2 et dans l'IEC 62821-2.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 60050 (toutes les parties), *Vocabulaire Electrotechnique International*

IEC 60227-2:1997, *Conducteurs et câbles isolés au polychlorure de vinyle, de tension nominale au plus égale à 450/750 V – Partie 2: Méthodes d'essais*

IEC 60228, *Âmes des câbles isolés*

IEC 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*

IEC 60684-2, *Gaines isolantes souples – Partie 2: Méthodes d'essai*

IEC 60754-1, *Essais sur les gaz émis lors de la combustion des matériaux des câbles – Partie 1: Détermination de la quantité de gaz acide halogéné*

IEC 60754-2, *Essais sur les gaz émis lors de la combustion des matériaux prélevés sur câbles – Partie 2: Détermination de la conductivité et de l'acidité (par mesure du pH)*

IEC 60811-401, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 401: Essais divers – Méthodes de vieillissement thermique – Vieillissement en étuve à air*

IEC 60811-403, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 403: Essais divers – Essai de résistance à l'ozone sur les mélanges réticulés*

IEC 60811-501, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 501: Essais mécaniques – Détermination des propriétés mécaniques des mélanges pour les enveloppes isolantes et les gaines*

IEC 60811-502, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 502: Essais mécaniques – Essai de rétraction des enveloppes isolantes*

IEC 60811-504, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 504: Essais mécaniques – Essai d'enroulement à basse température pour les enveloppes isolantes et les gaines*

IEC 60811-505, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 505: Essais mécaniques – Essai d'allongement à basse température pour les enveloppes isolantes et les gaines*

IEC 60811-508, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 508: Essais mécaniques – Essai de pression à température élevée pour les enveloppes isolantes et les gaines*

IEC 61034-2, *Mesure de la densité de fumées dégagées par des câbles brûlant dans des conditions définies – Partie 2: Procédure d'essai et exigences*

IEC 62440, *Câbles électriques avec une tension assignée n'excédant pas 450/750 V – Guide d'emploi*

IEC 62821-2 :2015, *Câbles électriques – Câbles à isolation et sous gaine thermoplastique sans halogène, à faible dégagement de fumée, de tension assignée au plus égale à 450/750 V – Partie 2: Méthodes d'essais*

IEC 62821-3, *Câbles électriques – Câbles à isolation et sous gaine thermoplastique sans halogène, à faible dégagement de fumée, de tension assignée au plus égale à 450/750 V – Partie 3: Câbles souples*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions dans l'IEC 60050-461, et les termes et définitions suivants, s'appliquent.

3.1 Définitions se rapportant aux matériaux d'isolation et de gainage

3.1.1

mélange sans halogène à base de polyoléfine

mélange dans lequel le polymère est une polyoléfine ou un polymère synthétique équivalent ne contenant pas d'halogènes, donnant un mélange satisfaisant aux exigences données dans la spécification particulière

3.1.2

type de mélange

catégorie dans laquelle est rangé un mélange en fonction de ses propriétés, déterminées par des essais spécifiques

Note 1 à l'article: La désignation du type n'est pas directement liée à la composition du mélange.

3.2 Définitions se rapportant aux essais

3.2.1

essais de type

T

essais qu'il est nécessaire d'effectuer avant de fournir un type de câble couvert par la présente norme, pour des raisons commerciales, afin de démontrer des caractéristiques de performance satisfaisantes conformes à l'application prévue

NOTE 1 à l'article: Essais de type sont d'une nature telle, qu'après avoir été effectués, il n'est pas nécessaire de les répéter sauf si des modifications susceptibles de modifier les caractéristiques de performance sont apportées aux matériaux des câbles ou à la conception.

3.2.2

essais sur des échantillons

S

essais effectués sur des échantillons de câbles complets ou sur des composants prélevés sur un câble complet, adéquats pour vérifier que le produit fini satisfait aux spécifications de conception

3.2.3

essai individuel de série

R

essais effectués par le fabricant sur chaque longueur fabriquée de câble pour vérifier que celle-ci satisfait aux exigences spécifiées

3.2.4

valeur médiane

lorsque plusieurs résultats d'essai ont été obtenus et rangés en ordre croissant ou décroissant, la valeur médiane est la valeur centrale si le nombre de valeurs disponibles est impair, et est la moyenne des deux valeurs centrales si ce nombre est pair

4 Tension assignée

La tension assignée d'un câble est la tension de référence pour laquelle le câble est conçu.

La tension assignée dans un réseau à courant alternatif s'exprime par la combinaison de deux valeurs U_0/U , exprimée en volts, où:

- a) U_0 est la valeur efficace entre n'importe quel conducteur de phase isolé et la «terre» (métal recouvrant le câble ou le milieu environnant);
- b) U est la valeur efficace entre deux conducteurs de phase quelconques d'un câble à plusieurs conducteurs ou d'un système de câbles à un seul conducteur.

Dans un réseau à courant alternatif, la tension assignée d'un câble ou d'un cordon doit être au moins égale à la tension nominale du système pour lequel il est prévu. Cette condition s'applique à la fois aux valeurs de U_0 et de U .

La tension de fonctionnement permanente maximale du réseau (en courant alternatif ou continu) est indiquée dans le Tableau 1.

**Tableau 1 – Exemples de tensions maximales autorisées
en fonction de la tension assignée du câble**

Tension assignée du câble U_0/U V	Tension de fonctionnement maximale, permanente, autorisée du réseau			
	c.a.	c.a. triphasé	c.c.	
	Âme-terre $U_{0 \max}$ (V)	Âme-âme $U_{\max}$ (V)	Âme-terre V	Âme-âme V
300/300	320	320 ^a	410	410
300/500	320	550	410	820
450/750	480	825	620	1 240

^a Réseau d'énergie monophasé seulement.

5 Marquage

5.1 Indication d'origine et identification du câble

Les câbles doivent être munis d'une indication du fabricant, qui doit être soit un fil d'identification, soit un marquage répété du nom du fabricant ou de la marque de fabrique.

Les câbles destinés à être utilisés à une température de conducteur dépassant 70 °C doivent également être marqués, soit par la désignation, soit par la température maximale des conducteurs.

Le marquage peut être réalisé par impression ou par reproduction en relief sur l'enveloppe isolante d'un câble sans gaine ou sur la gaine.

5.2 Continuité des marques

Chaque marque spécifiée doit être considérée comme continue si la distance entre l'extrémité de la marque et le début de la marque identique suivante ne dépasse pas

- 550 mm si le marquage est effectué sur la gaine externe du câble,
- 275 mm si le marquage est
 - a) sur l'enveloppe isolante d'un câble sans gaine,
 - b) sur l'enveloppe isolante d'un câble sous gaine,
 - c) sur un ruban à l'intérieur d'un câble sous gaine.

5.3 Durabilité

Les marquages imprimés doivent être durables. La conformité à cette exigence doit être vérifiée au moyen de l'essai indiqué en 1.8 de l'IEC 60227-2:1997.

5.4 Lisibilité

Tous les marquages doivent être lisibles.

Les couleurs des fils d'identification doivent être faciles à reconnaître ou facilement rendues reconnaissables, si nécessaire, en effectuant un nettoyage avec de l'essence ou avec un autre solvant adapté.

6 Identification des conducteurs

6.1 Généralités

Chaque conducteur doit être identifié comme suit:

- pour les câbles comportant jusqu'à cinq conducteurs : par couleur, voir 6.2;
- pour les câbles comportant plus de cinq conducteurs : par des chiffres, voir 6.3.

6.2 Identification des conducteurs par couleurs

6.2.1 Exigences générales

L'identification des conducteurs d'un câble doit être effectuée à l'aide d'une enveloppe isolante colorée ou d'une autre méthode appropriée.

Chaque conducteur d'un câble ne doit avoir qu'une seule couleur, sauf le conducteur identifié par une combinaison des couleurs verte et jaune.

Lorsqu'elles ne sont pas associées, les couleurs verte et jaune ne doivent pas être utilisées pour un câble à plusieurs conducteurs.

Il est préférable d'éviter les couleurs rouge et blanche.

6.2.2 Configuration des couleurs

La configuration de couleurs préférentielle pour les câbles est la suivante:

- câble à un seul conducteur: aucune configuration de couleur préférentielle;
- câble à deux conducteurs: aucune configuration de couleur préférentielle;
- câbles à trois conducteurs: soit vert-jaune, bleu, marron; soit marron, noir, gris;
- câble à quatre conducteurs: soit vert-jaune, marron, noir, gris; soit bleu, marron, noir, gris;
- câble à cinq conducteurs: vert-jaune, bleu, marron, noir, gris; soit bleu, marron, noir, gris, noir.

Les couleurs doivent être clairement identifiables et durables. La durabilité doit être vérifiée au moyen de l'essai indiqué en 1.8 de l'IEC 60227-2:1997.

6.2.3 Combinaison des couleurs verte et jaune

La distribution des couleurs pour le conducteur coloré en vert-jaune doit satisfaire à la condition suivante: tous les 15 mm du conducteur, l'une de ces couleurs doit couvrir au moins 30 % et au plus 70 % de la surface du conducteur, l'autre couleur couvrant le reste.

NOTE Informations relatives à l'utilisation des couleurs vert-jaune, et bleue.

On comprendra que les couleurs vert-jaune, lorsqu'elles sont associées comme spécifié ci-dessus, sont reconnues exclusivement comme moyen d'identification du conducteur destiné à être utilisé pour la liaison à la terre ou pour une protection similaire et que la couleur bleue est destinée à identifier le conducteur destiné à être relié au neutre.

6.3 Identification des conducteurs par des chiffres

6.3.1 Exigences générales

L'enveloppe isolante des conducteurs doit être de la même couleur et ils doivent être numérotés de manière séquentielle, sauf le conducteur vert-jaune, s'il y en a un.

Le conducteur vert-jaune, s'il y en a un, doit être conforme aux exigences du 6.2.3 et doit se trouver dans la couche externe.

La numérotation doit commencer par le chiffre 1 dans la couche interne.

Les chiffres doivent être imprimés en chiffres arabes sur les surfaces externes des conducteurs. Tous les chiffres doivent être de la même couleur, qui doit présenter un contraste avec la couleur de l'enveloppe isolante. Les chiffres doivent être lisibles.

6.3.2 Disposition préférentielle du marquage

Les suites de chiffres doivent être répétées à intervalles réguliers le long du conducteur, l'ordre des suites de chiffres consécutives étant inversé.

Lorsqu'il y a un seul chiffre, un tiret doit être placé en dessous de celui-ci. S'il y a deux chiffres, ils doivent être disposés l'un après l'autre et un tiret doit figurer sous le dernier chiffre. L'espace d entre les suites de chiffres consécutives ne doit pas dépasser 50 mm.

La disposition des marques est représentée sur la Figure 1 ci-dessous.

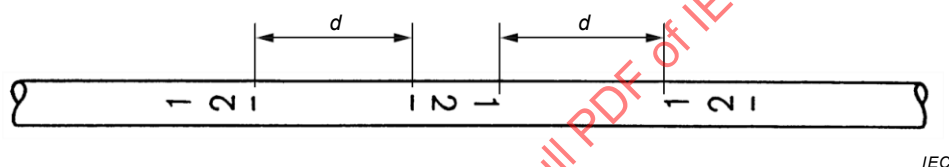


Figure 1 – Disposition des marques

6.3.3 Durabilité

Les chiffres imprimés doivent être durables. La conformité à cette exigence doit être vérifiée au moyen de l'essai indiqué en 1.8 de l'IEC 60227-2:1997.

7 Exigences générales de construction des câbles

7.1 Âmes

7.1.1 Matériau

Les âmes doivent être en cuivre recuit, sauf les fils des cordons «rosette» pour lesquels un alliage de cuivre est admis. Il est admis que les fils soient nus ou étamés.

7.1.2 Construction

Les diamètres maximums des fils des conducteurs souples, hormis les conducteurs des cordons «rosette», et le nombre minimum de fils des conducteurs rigides, doivent être conformes à l'IEC 60228.

Les classes des conducteurs pour les divers types de câbles sont mentionnées dans les spécifications particulières (voir IEC 62821-3).

Pour les cordons «rosette», chaque âme doit être constituée d'un certain nombre de brins, ou groupes de brin, torsadés, chaque brin étant constitué d'un ou plusieurs fils plats de cuivre ou d'alliage de cuivre, enroulés en hélice sur un fil en coton, polyamide ou matière similaire.

7.1.3 Vérification à la construction

La conformité avec les exigences du 7.1.1 et du 7.1.2, incluant les exigences de l'IEC 60228 doit être vérifiée par une inspection et par des mesures.

7.1.4 Résistance électrique

Pour les câbles autres que les cordons «rosette», la résistance de chaque âme à 20 °C doit être conforme aux exigences de l'IEC 60228 pour la classe de conducteur donnée.

Par exemple, la conformité doit être vérifiée au moyen de l'essai indiqué à l'Annexe A de l'IEC 60228.

7.2 Isolation

7.2.1 Matériaux

L'enveloppe isolante doit être constituée d'un mélange sans halogène du type spécifié pour chaque type de câble dans les spécifications particulières (voir IEC 62821-3).

Par exemple, le mélange doit être de type LSHF/D dans le cas des câbles souples.

Les exigences d'essai pour ces mélanges sont spécifiées dans le Tableau 2.

Les températures maximales de fonctionnement des câbles isolés avec l'un quelconque des types précédents de mélange et qui sont couverts par les spécifications particulières (voir IEC 62821-3) sont mentionnées dans ces normes.

7.2.2 Application sur l'âme

L'enveloppe isolante doit être appliquée de manière à s'ajuster précisément sur l'âme; cependant, pour les câbles autres que des cordons «rosette», il doit être possible de l'enlever sans endommager l'enveloppe isolante elle-même, l'âme ou le revêtement d'étain, le cas échéant.

Sauf spécification contraire dans des parties particulières, il est autorisé de disposer un séparateur entre l'âme et l'enveloppe isolante.

La conformité doit être vérifiée par examen et par un essai manuel.

7.2.3 Epaisseur

La valeur moyenne de l'épaisseur de l'enveloppe isolante ne doit pas être inférieure à la valeur spécifiée pour chaque type et dimensions de câble mentionnés dans les tableaux des spécifications particulières (voir l'IEC 62821-3).

Pour chaque tronçon de conducteur, la moyenne des valeurs mesurées, arrondie à 0,1 mm près, conformément à l'Annexe B, ne doit pas être inférieure à l'épaisseur nominale, et la plus petite valeur mesurée ne doit pas être inférieure de plus de 0,1 mm à 90 % de la valeur nominale, c'est-à-dire:

$$t_m \geq 0,9t_n - 0,1$$

où

t_m est l'épaisseur minimale, en millimètres;

t_n est l'épaisseur nominale, en millimètres.

La conformité doit être vérifiée au moyen de l'essai indiqué au 1.9 de l'IEC 60227-2:1997.

7.2.4 Propriétés mécaniques avant et après vieillissement

L'enveloppe isolante doit avoir une résistance mécanique et une élasticité adéquates dans les limites de température entre lesquelles elle peut être exposée en utilisation normale.

La conformité doit être vérifiée en exécutant les essais spécifiés dans le Tableau 2.

Les méthodes d'essai applicables et les résultats à obtenir sont spécifiés dans le Tableau 2.

**Tableau 2 – Exigences relatives aux essais non électriques
pour l'isolation thermoplastique sans halogène (1 de 2)**

1	2	3	4	5	
Référence N°.	Essai	Unité	Type de mélange LSHF/D	Méthode d'essai décrite dans IEC Article/ paragraphe	
1	<i>Résistance à la traction et allongement à la rupture</i>			60811-501	
1.1	Propriétés à la livraison				
1.1.1	Valeurs à obtenir pour la résistance à la traction: – médiane, min.	N/mm ²	7,5		
1.1.2	Valeurs à obtenir pour l'allongement à la rupture: – médiane, min.	%	150		
1.2	Propriétés après vieillissement dans une étuve à air			60811-401 et 60811-501	
1.2.1	Conditions de vieillissement: – température – durée du traitement	°C h	80 ± 2 7 × 24		
1.2.2	Valeurs à obtenir pour la résistance à la traction: – médiane, min. – variation ^a , max.	N/mm ² %	– ±20		
1.2.3	Valeurs à obtenir pour l'allongement à la rupture: – médiane, min. – variation ^a , max.	% %	– ±20		
2	<i>Essai de rétraction</i>			60811-502	
2.1	Conditions d'essai: – longueur de l'échantillon – température – durée du traitement – rétraction, max.	mm °C h %	200 100 ± 2 1 4		
3	<i>Essai de pression à haute température</i>			60811-508	
3.1	Conditions d'essai: – force exercée par la lame – durée de chauffage en charge – température	Voir IEC 60811-508 Voir IEC 60811-508 °C	80 ± 2		
3.2	Résultats à obtenir: – médiane de la profondeur de pénétration, max.	%	50		

Tableau 2 (2 de 2)

1	2	3	4	5	
Référence N°.	Essai	Unité	Type de mélange LSHF/D	Méthode d'essai décrite dans	
				IEC	Article/ paragraphe
4	<i>Essai de flexion à basse température</i>			60811-504	
4.1	Conditions d'essai: – température ^b	°C	–15 ± 2	60811-504	
	– période d'application de la température basse				
4.2	Résultats à obtenir		Pas de fissures	60811-505	
5	<i>Essai d'allongement à basse température</i>			60811-505	
5.1	Conditions d'essai: – température ^b	°C	–15 ± 2		
	– durée d'application de la température basse		Voir IEC 60811-505		
5.2	Résultat à obtenir: – allongement sans rupture, min.	%	30		
6	<i>Évaluation des halogènes</i>			62821-1	Annexe B
6.1	– pH, min.		4,3		
6.2	– conductivité, max.	µS/mm	10		
6,3	Teneur en acides halogénés gazeux				
	- HCl et HBr, max.	%	0,5		
	- HF, max. ^c	%	0,1		
^a Variation: différence entre la valeur médiane après vieillissement et la valeur médiane sans vieillissement, exprimée sous forme de pourcentage de cette dernière. ^b En raison des conditions climatiques, les normes nationales peuvent nécessiter l'utilisation d'une température d'essai plus basse. ^c Il n'est pas nécessaire d'effectuer cet essai si un résultat négatif est obtenu pour le fluor dans l'essai du 5.3 de l'IEC 62821-2:2015.					

7.3 Bourrage

7.3.1 Matériaux

Sauf indication contraire dans les spécifications particulières (IEC 62821-3), les bourrages doivent être constitués de l'un des produits suivants ou d'une quelconque combinaison des produits suivants:

- mélange sans halogène; ou
- textiles naturels ou synthétiques sans halogène; ou
- papier sans halogène.

Lorsqu'on utilise un mélange en tant que bourrage, il ne doit pas y avoir d'interactions dangereuses entre ses constituants et l'enveloppe isolante et/ou la gaine. La conformité à cette exigence doit être vérifiée au moyen de la procédure de vieillissement pour l'essai de tronçons du câble complet indiqué dans l'IEC 60811-401.

7.3.2 Application

Pour chaque type de câble, les spécifications particulières (IEC 62821-3) indiquent si ce câble comporte des bourrages ou si la gaine ou le revêtement interne peut pénétrer entre les conducteurs, formant ainsi un bourrage.

Les bourrages doivent remplir les espaces entre les conducteurs, donnant à l'ensemble une forme pratiquement circulaire. Les bourrages ne doivent pas adhérer aux conducteurs. L'assemblage des conducteurs et des bourrages peut être maintenu par un film ou un ruban sans halogènes (selon l'Annexe B).

7.4 Revêtement interne extrudé

7.4.1 Matériaux

Sauf indication contraire dans les spécifications particulières (IEC 62821-3), le revêtement interne extrudé doit être constitué d'un mélange sans halogène (selon l'Annexe B).

Il ne doit pas y avoir d'interactions dangereuses entre ses constituants et l'enveloppe isolante et/ou la gaine. La conformité à cette exigence doit être vérifiée au moyen de l'essai indiqué dans l'IEC 60811-401.

7.4.2 Application

Le revêtement interne extrudé doit entourer les conducteurs et peut pénétrer dans les espaces entre eux, donnant à l'ensemble une forme pratiquement circulaire. Le revêtement interne extrudé ne doit pas adhérer aux conducteurs.

Pour chaque type de câble, les spécifications particulières (IEC 62821-3) indiquent si ce câble comporte ou non un revêtement interne extrudé ou si la gaine externe peut pénétrer entre les conducteurs, formant ainsi un bourrage.

7.4.3 Épaisseur

Sauf indication contraire dans les spécifications particulières (IEC 62821-3), aucune mesure n'est exigée pour le revêtement interne extrudé.

7.5 Gaine

7.5.1 Matériaux

La gaine doit être constituée d'un mélange sans halogène du type spécifié pour chaque type de câble dans les spécifications particulières (voir IEC 62821-3).

- par exemple, le mélange doit être de type LSHFD/ST1 dans le cas des câbles souples.

Les exigences d'essai pour ces mélanges sont spécifiées dans le Tableau 3.

7.5.2 Application

La gaine doit être extrudée en une seule couche:

- a) sur le conducteur, dans le cas des câbles à un seul conducteur;
- b) sur l'ensemble de conducteurs et bourrages du revêtement interne, le cas échéant, dans le cas des autres câbles.

La gaine ne doit pas adhérer aux conducteurs. Un séparateur, constitué d'un film ou d'un ruban, peut être disposé en dessous de la gaine.

Dans certains cas, indiqués dans les spécifications particulières (IEC 62821-3), la gaine peut pénétrer dans les espaces compris entre les conducteurs, formant ainsi un bourrage (voir 7.3.2).

7.5.3 Epaisseur

La valeur moyenne de l'épaisseur ne doit pas être inférieure à la valeur spécifiée pour chaque type et dimensions de câble mentionnés dans les tableaux des spécifications particulières (voir IEC 62821-3).

Pour chaque tronçon de conducteur, la moyenne des valeurs mesurées, arrondie à 0,1 mm près, conformément à l'Annexe B, ne doit pas être inférieure à l'épaisseur nominale, et la plus petite valeur mesurée ne doit pas être inférieure de plus de 0,1 mm à 85 % de la valeur nominale, c'est-à-dire:

$$t_m \geq 0,85t_n - 0,1$$

où

t_m est l'épaisseur minimale, en millimètres;

t_n est l'épaisseur nominale, en millimètres;

La conformité doit être vérifiée au moyen de l'essai indiqué au 1.10 de l'IEC 60227-2:1997.

7.5.4 Propriétés mécaniques avant et après vieillissement

La gaine doit avoir une résistance mécanique et une élasticité adéquates dans les limites de température entre lesquelles elle peut être exposée en utilisation normale.

La conformité doit être vérifiée en exécutant les essais spécifiés dans le Tableau 3.

Les valeurs d'essai applicables et les résultats à obtenir sont spécifiés dans le Tableau 3.

**Tableau 3 – Exigences relatives aux essais non électriques
pour les mélanges de gainage thermoplastiques sans halogène (1 de 2)**

1 Référence N°.	2 Essai	3 Unité	4 Type de mélange LSHF/ ST1	5 Méthode d'essai décrite dans	
				IEC	Article/ paragraphe
1	<i>Résistance à la traction et allongement à la rupture</i>			60811-501	
1.1	Propriétés à la livraison				
1.1.1	Valeurs à obtenir pour la résistance à la traction: – médiane, min.	N/mm ²	7,5		
1.1.2	Valeurs à obtenir pour l'allongement à la rupture: – médiane, min.	%	150		
1.2	Propriétés après vieillissement dans l'étuve à air			60811-401	
1.2.1	Conditions de vieillissement: – température – durée du traitement	°C h	80 ± 2 7 × 24		
1.2.2	Valeurs à obtenir pour la résistance à la traction: – médiane, min. – variation ^a , max.	N/mm ² %	– ±20		
1.2.3	Valeurs à obtenir pour l'allongement à la rupture: – médiane, min. – variation ^a , max.	% %	– ±20		
2	<i>Essai de pression à haute température</i>			60811-508	
2.1	Conditions d'essais: – force exercée par la lame – durée du chauffage en charge – température	N h °C	80 ± 2	60811-508 60811-508	
2.2	Résultats à obtenir:	%	50		
3	<i>Essai de flexion à basse température</i>				
3.1	Conditions d'essai: – température ^b – période d'application de la température basse	°C h	–15 ± 2 ^c	60811-504 60811-504	
3.2	Résultats à obtenir		Pas de fissures		
4	<i>Essai d'allongement à basse température</i>			60811-505	
4.1	Conditions d'essai: – température – période d'application de la température basse	°C	–15 ± 2 Voir 60811-505		
4.2	Résultat à obtenir: – allongement sans rupture, min.	%	30		
5	<i>Immersion dans l'eau</i>			62821-2	5.2
5.1	Conditions d'essai: – température – durée	°C h	70 ± 2 7 × 24		