

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Railway applications – Fixed installations – Electric traction – Insulating synthetic rope assemblies for support of overhead contact lines

Applications ferroviaires – Installations fixes – Traction électrique – Montages mettant en œuvre des câbles synthétiques isolants pour le support des lignes aériennes de contact





THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2013 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

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.

Useful links:

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

The advanced search enables you 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It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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 on-line 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 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) on-line.

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 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.

Liens utiles:

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

La recherche avancée vous permet de trouver des publications CEI 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.

Just Published CEI - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. 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 au monde 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 les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) en ligne.

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



Railway applications – Fixed installations – Electric traction – Insulating synthetic rope assemblies for support of overhead contact lines

Applications ferroviaires – Installations fixes – Traction électrique – Montages mettant en œuvre des câbles synthétiques isolants pour le support des lignes aériennes de contact

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

U

ICS 45.060

ISBN 978-2-8322-1287-5

**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
INTRODUCTION.....	6
1 Scope.....	7
2 Normative references	7
3 Terms, definitions and abbreviations	8
3.1 Terms and definitions.....	8
3.2 Abbreviations	9
4 Characteristics and requirements for the rope	9
4.1 General.....	9
4.1.1 Common characteristics	9
4.1.2 Specific characteristics of core materials	9
4.1.3 Specific requirements of sheath materials.....	9
4.2 Client requirements.....	10
4.3 Electrical requirements	10
4.3.1 Voltages	10
4.3.2 Creepage distances	10
4.4 Mechanical requirements	11
4.4.1 Minimum breaking load	11
4.4.2 Permissible tensile loading	11
4.4.3 Permissible tensile loading on a mid-span connector (non- vertical load).....	11
4.4.4 Time dependant properties	11
4.4.5 Other mechanical properties	11
4.5 Environmental conditions	11
4.5.1 General	11
4.5.2 Pollution	12
4.5.3 Corrosion.....	12
4.5.4 UV resistance	12
4.6 Fire hazard	12
4.7 Tracking and erosion	12
5 Design, manufacture and workmanship	12
6 Testing	13
6.1 General.....	13
6.2 Design tests for rope types	13
6.2.1 General	13
6.2.2 Test specimens and preliminary tests	13
6.2.3 Dry power frequency withstand voltage test	14
6.2.4 Test of housing: tracking and erosion	15
6.2.5 Flammability test	15
6.3 Type tests.....	15
6.3.1 General	15
6.3.2 Dry lightning impulse withstand voltage test.....	16
6.3.3 Wet power frequency test	16
6.3.4 Breaking load	16
6.4 Sampling test.....	16
6.4.1 General	16

6.4.2	Sampling test for insulating synthetic rope	16
6.4.3	Sampling test for the termination	17
6.4.4	Sampling tests for made up components (e.g. delta suspension, etc.)	17
6.4.5	Re-test procedure for sampling tests	18
6.5	Manufacturer routine tests	18
7	Component identification	18
7.1	Rope identification	18
7.2	Termination identification	19
8	Verification of compliance.....	19
8.1	Certification of compliance and test results	19
8.2	Inspection and testing	19
8.3	Test certificates	20
8.4	Drawings.....	20
9	Installation instructions	20
10	Maintenance instructions	20
11	Delivery and packaging	21
11.1	Rope.....	21
11.2	Terminations	21
11.3	Insulators	21
Annex A (normative)	Breaking load and endurance test load	23
Annex B (normative)	Testing.....	24
Annex C (informative)	Intermediate clamp.....	25
Annex D (informative)	Quality assurance	26
Bibliography.....		27
Figure 1 – The maximum and minimum loads for endurance test		14
Table 1 – Additional creepage distance per extra kV of the nominal voltage.....		11
Table 2 – Number of drums to submit for testing		17
Table 3 – Number of terminations examined complying with the lot size		17
Table A.1 – Dimensions and the minimum breaking loads and endurance test loads of the insulating synthetic ropes.....		23
Table B.1 – Element to submit to tests		24

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**RAILWAY APPLICATIONS –
FIXED INSTALLATIONS –
ELECTRIC TRACTION –
INSULATING SYNTHETIC ROPE ASSEMBLIES
FOR SUPPORT OF OVERHEAD CONTACT LINES**

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 62724 has been prepared by IEC technical committee 9: Electrical equipment and systems for railways.

This standard is derived from EN 50345.

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

FDIS	Report on voting
9/1853/FDIS	9/1870/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 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.

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

INTRODUCTION

This International standard has been prepared to provide general guidance and to define special requirements for the design and testing of insulating synthetic ropes, their sheaths and their terminations for use in electric traction overhead contact lines.

Special preferences will include such requirements as to comply with local procurement policies, working practices, compatibility with existing systems, to combat environmental pollution and to provide a supporting assembly with insulation which will give reliable service over its target life span.

These insulating synthetic ropes offer an alternative to the use of metallic cables associated with conventional insulators.

**RAILWAY APPLICATIONS –
FIXED INSTALLATIONS –
ELECTRIC TRACTION –
INSULATING SYNTHETIC ROPE ASSEMBLIES
FOR SUPPORT OF OVERHEAD CONTACT LINES**

1 Scope

This International standard applies to the insulating synthetic ropes used in overhead contact lines.

This International standard specifies the requirements of insulating synthetic rope assemblies and is applicable to electric traction overhead contact lines for railways, light railways, tramways, trolleybuses and other systems.

These insulating synthetic ropes are utilised to provide mechanical support and electrical insulation for overhead contact lines.

They are generally used in the following application fields:

- delta suspension of contact wires;
- catenary cable;
- mid-point anchors;
- tie;
- dropper;
- headspan;
- noise and vibration damper;
- bridle- and pulley suspensions;
- cantilevers made of glass reinforced polymer (GRP).

This standard establishes requirements and characteristics of the rope, test methods and checking procedures to be used with the insulating synthetic ropes, together with the ordering and delivery requirements.

The synthetic ropes only for mechanical applications are not part of this international standard. Anyway the mechanical requirements and tests stated in this standard can be used for this kind of ropes.

The object of this standard is to stipulate provisions for the design and to allow provision of the service indicated by the supplier to the purchaser or informed buyer.

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 60060-1:2010, *High-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements*

IEC 60695-11-10:2013, *Fire hazard testing – Part 11-10: Test flames – 50 W horizontal and vertical flame test methods*

IEC 60913:2013, *Railway applications – Fixed installations – Electric traction overhead contact lines*

IEC 61109:2008, *Insulators for overhead lines – Composite suspension and tension insulators for a.c. systems with a nominal voltage greater than 1 000 V – Definitions, test methods and acceptance criteria*

IEC 62217:2012, *Polymeric HV insulators for indoor and outdoor use - General definitions, test methods and acceptance criteria*

IEC 62497-1:2010, *Railway applications – Insulation coordination – Part 1: Basic requirements – Clearances and creepage distances for all electrical and electronic equipment*

IEC 62498-2, *Railway applications – Environmental conditions for equipment – Part 2: Fixed electrical installations*

ISO 4892-2:2006, *Plastics – Methods of exposure to laboratory light sources – Part 2: Xenon-arc lamps*

3 Terms, definitions and abbreviations

3.1 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply.

3.1.1

creepage distance

shortest distance along the surface of a solid insulating material between two conductive parts

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-15-50]

3.1.2

gauge length

distance between the centre lines of the termination anchoring pins or bolts

3.1.3

insulator

assembly of an insulating synthetic rope and its associated terminations

3.1.4

insulating synthetic rope

rope which consists of at least one organic based material with or without sheath

3.1.4.1

core of the rope

consists of synthetic fibres and is the load carrying component of the rope

3.1.4.2

sheath of the rope

envelope to protect the fibres and made of synthetic material, usually of a continuous polymeric material with appropriate insulating qualities

3.1.5

termination

means to connect the ends of an insulating synthetic rope between two points

3.2 Abbreviations

a.c.	alternating current
d.c.	direct current
GRP	glass reinforced polymer
UV	ultraviolet

4 Characteristics and requirements for the rope

4.1 General

4.1.1 Common characteristics

Two major fibre types are used actually to provide the load carrying core. These are polyester and polyaramid. Other fibre types having similar characteristics may also be used.

The fibre type is important in determining mechanical properties.

The sheath polymer type is important in determining durability, environmental performance and some electrical and mechanical properties.

4.1.2 Specific characteristics of core materials

Insulating synthetic ropes with polyaramid or similar core fibres have a smaller diameter, greater tensile fatigue resistance and smaller elongation than those of polyester or similar core fibres for a given load carrying capacity and axial stiffness.

Insulating synthetic ropes with polyester or similar core fibres have a higher impact resistance than those of polyaramid or similar core fibres, for example: from detached trolleybus poles.

Insulating synthetic ropes can operate within the following operational environmental temperatures:

- between –40 °C and +55 °C for polyester or similar;
- between –40 °C and +80 °C for polyaramid or similar.

4.1.3 Specific requirements of sheath materials

The sheath may be composed of different materials. The type of material shall be chosen to withstand local conditions as:

- UV exposure (e.g. polyethylene);
- general environmental conditions (e.g. polyethylene);
- abrasion effects (e.g. polyester / elastomer);
- flex effects (e.g. polyester / elastomer).

When the rope is used in confined spaces (e.g. tunnels, stations, etc.) the sheath material shall have further properties as:

- electrical tracking resistance (e.g. crosslinked polyethylene);
- antifiammability (e.g. crosslinked polyethylene);
- self-extinguishing (e.g. crosslinked polyethylene).

4.2 Client requirements

The client shall provide a comprehensive and specific description of the overhead contact line service parameters and functioning requirements which may affect the design of the insulated synthetic rope.

This shall include, as appropriate, but not be limited to the following:

- electrical system service parameters;
- spatial and dimensional parameters;
- angular movement deflection limitations;
- maximum working loads required;
- environmental conditions;
- end fittings connection (terminations) requirements;
- any additional requirement for special tests;
- any special delivery or packaging requirements;
- identification of inspection and tests to be witnessed by the purchaser;
- service life of the insulator.

4.3 Electrical requirements

4.3.1 Voltages

Values of voltages are shown in Table A.2 of IEC 62497-1:2010. The rated insulation voltage and the test voltage levels are based on statistical and risk consideration, which may affect the insulator during its service life.

4.3.2 Creepage distances

Creepage distances shall be determined to withstand the highest permanent voltage of the system. Consideration shall also be given to the type of insulating synthetic rope and its behaviour in polluted conditions related to the whole life of the equipment.

The minimum creepage distance, for nominal voltages equal to or below 1,5 kV d.c. or 1 kV a.c. shall be 1 m. This creepage distance can be reduced for special rope types up to 0,5 m if tests and long time experiences are available.

NOTE This distance is based on practical experience.

For nominal voltages exceeding 1,5 kV d.c. or 1 kV a.c., an additional creepage distance per extra kV of the nominal voltage shall be calculated from Table 1 and added to the minimum creepage distance.

EXAMPLE A 25 kV a.c. system with 45° inclination with no waterproof termination and for extreme unfavourable conditions requires a total creepage distance of 3 040 mm.

Table 1 – Additional creepage distance per extra kV of the nominal voltage

Additional creepage distances	Waterproof termination		No waterproof termination	
	Horizontal mm/kV	45° inclination and vertical mm/kV	Horizontal mm/kV	45° inclination and vertical mm/kV
Normal operating conditions	30	35	45	55
Unfavourable operating conditions	40	45	60	70
Extreme unfavourable operating conditions	50	55	75	85
NOTE These values are based on practical experience.				

The creepage distance values for nominal voltage up to 1,5 kV d.c. are valid for double insulation.

4.4 Mechanical requirements

4.4.1 Minimum breaking load

The dimensions and the minimum breaking loads of the insulating synthetic ropes may be taken from Table A.1 of Annex A. Other types may be agreed with the manufacturer.

4.4.2 Permissible tensile loading

The permissible tensile load shall be in accordance with 5.7 and Clause 6 of IEC 60913:2013.

4.4.3 Permissible tensile loading on a mid-span connector (non-vertical load)

The maximum working load which can be applied to a mid-span anchor shall not exceed 25 % of the breaking load of the rope and its associated termination.

The breaking load of the mid-span connector and rope combination shall be determined experimentally. Account shall be taken of anticipated operating conditions and of the actual direction of applied loads.

4.4.4 Time dependant properties

The supplier shall provide information on the following insulating synthetic rope properties:

- fatigue behaviour (cycling loading);
- creep behaviour (under constant loading);
- stress relaxation behaviour (between two fixed anchors).

4.4.5 Other mechanical properties

The supplier shall provide information on the load extension characteristics of the insulating synthetic ropes.

4.5 Environmental conditions

4.5.1 General

Insulating synthetic ropes shall operate within operational environmental conditions given in IEC 62498-2.

Normal operating conditions exist when there is low industrial pollution, a low population density and no thermal engines.

Unfavourable operating conditions exist when there is high industrial pollution and industrial gases, a high population density, mixed railway operation, road traffic and frequent fog.

Extremely unfavourable operating conditions exist close to large power plants, chemical industry, smelting works, with frequent fog or near the ocean.

4.5.2 Pollution

In addition to the electrical and mechanical performance requirements, the design shall address the suitability of the sheath of the insulating synthetic rope surface to cater for levels of pollution which are likely to be encountered during its service life (for example: the ability of the sheath to shed water or pollutants from the surface and the ability of the system to withstand wetting by salt water in coastal applications).

4.5.3 Corrosion

The terminations and mid-span connectors shall be suitably protected from corrosion and compatible with interface connections. When appropriate, attention shall be given to protection against moisture ingress, chemical activity or the influence of temperature variations or unidirectional current flow.

4.5.4 UV resistance

The composition of the sheath of the insulating synthetic ropes shall be suitably chosen to take into account the effects of local UV radiation levels which are likely to be encountered during its service life.

Aging test of the sheath material ISO 4892-2:2006 can be used. When the materials of sheath are the same, it is not necessary to do aging test for different diameters again.

4.6 Fire hazard

Fire hazard risks associated with each application should be assessed and appropriate core fibres and sheath polymer types selected.

Special attention shall be paid to the possibility of gas emissions for applications in confined spaces, e.g. tunnels, stations, etc.

4.7 Tracking and erosion

In addition to the electrical and mechanical performance requirements, the design shall address the suitability of the sheath of the insulating synthetic rope surface to cater for damage from tracking and erosion under conditions which are likely to be encountered during its service life.

5 Design, manufacture and workmanship

The insulating synthetic ropes shall be designed and manufactured in accordance with best practice, taking cognisance of the system in which they will operate and with the need to design end terminations to match specific rope sizes and types. All material shall be of the quality and of the type most suitable for working under conditions specified for the full service life of the insulating synthetic ropes.

The supplier shall provide a safety case for insulating synthetic ropes with novel or innovative features not previously used within the railway environment. The safety case shall quantify any additional risks and indicate how these risks are controlled.

Whenever a waterproof termination is specified, the manufacturer of the termination shall produce an extra assembly guide.

6 Testing

6.1 General

The necessary tests and the elements to which these tests are to be applied are given in Annex B.

6.2 Design tests for rope types

6.2.1 General

The design tests are intended to verify the suitability of the design materials and the method of manufacture. When an insulator is submitted to the design tests, the results shall be considered valid for the whole class of the insulator which are represented by the one test and have the same named characteristics.

The design tests shall be performed on three specimens.

The following tests shall be performed for each class of test:

- breaking test;
- endurance test;
- electrical test (dry power frequency withstand voltage test and test of tracking and erosion for housing);
- flammability test.

NOTE UV resistance of the sheath material can be proved by certificate according to ISO 4892:2:2006.

6.2.2 Test specimens and preliminary tests

6.2.2.1 Product identification and labels

Each synthetic rope shall be marked with the name or trademark of the manufacturer, the year of manufacture and the diameter of the rope. These identifications shall be printed every metre legibly and indelibly. For a correct identification, see Clause 7.

6.2.2.2 Visual check and dimensions (drawing)

The dimensions of the tested synthetic ropes shall be checked in accordance with the relevant drawings, taking note of any special tolerances. In addition, the rope sheath shall be checked visually in order to detect any surface defects such as cracks, grooves, inclusions, etc.

6.2.2.3 Breaking test

For this test the sample lengths (termination excluded) shall be at least equal to 1,0 m.

The test samples shall be subjected to a tensile load by a testing machine. The tensile load shall be increased from zero, smoothly with an extension rate up to 20 % of the gauge length per minute, up to the mechanical failure of the synthetic rope.

The rope passes the test if the average value of the three samples exceeds the minimum specified breaking load and, for each tested sample, the recorded breaking load value shall exceed 95 % of the minimum specified breaking load.

6.2.2.4 Endurance test

A cyclic load shall be applied for this test. The sample lengths (termination excluded) shall be at least equal to 0,9 m.

The mean load shall be equal to 30 % of the minimum specified breaking load for rope. The maximum and minimum loads shall be applied to ± 15 % of the mean load as shown in Figure 1 and Table A.1 of Annex A. Other types may be agreed with the manufacturer.

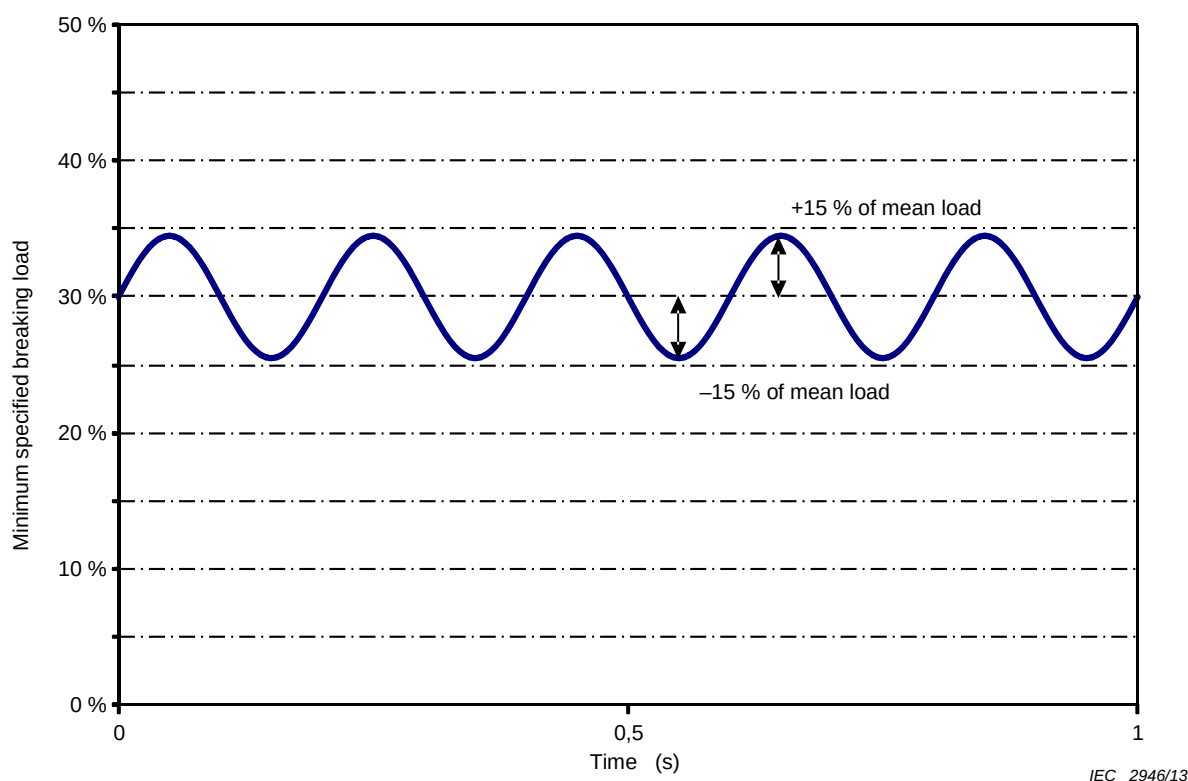


Figure 1 – The maximum and minimum loads for endurance test

The cyclic loading frequency shall be at maximum of 10 cycles per second.

The rope passes the test if for each of the three samples the minimum number of load cycles to failure shall be 3×10^6 cycles for polyaramid or similar fibres and 10×10^6 cycles for polyester or similar fibres exceed.

6.2.3 Dry power frequency withstand voltage test

The sample lengths shall be at least 1,0 m. If special rope types are used for creepage distances $\geq 0,5$ m and < 1 m, the sample lengths shall be 0,5 m.

This test is performed on insulators and conducted in two parts to allow the comparison between a dry sample and one which has been immersed in water.

The test shall be performed in accordance with 9.2.4 of IEC 62217:2012.

The samples shall be tested before the immersion in horizontal or 45° inclination position, after immersion the samples shall be tested in horizontal and 45° position.

The same tests shall be repeated on samples after their immersion in water according to Table 2 of IEC 60060-1:2010, for a minimum period of 100 h. The test samples shall be dipped completely including the end terminations.

The test is fulfilled if the power frequency withstand voltages of Table A.2 of IEC 62497-1:2010 are achieved for all samples before and after the immersion.

6.2.4 Test of housing: tracking and erosion

This test shall be performed only when insulators are to be used on an a.c. system with a nominal system voltage greater than 1 000 V.

Two samples are required for this test. The creepage distance shall be equal to 1,0 m. This creepage distance can be reduced up to 0,5 m if special rope types are used.

This test shall be performed in accordance with 9.3.3 of IEC 62217:2012.

The test is a time-limited continuous test under salt fog at constant power frequency voltage of 18 kV (corresponding to a specific creepage distance of 55 mm/kV) given in Table 1. Initial NaCl content of the water shall be equal to $(8 \pm 0,4)$ kg/m³.

The test shall be regarded as passed if on both tested ropes:

- no tracking occurs;
- no erosion cracks are present;
- no shed (if any), housing or interface is punctured.

6.2.5 Flammability test

Flammability tests may be requested by the purchaser. The flammability test for the finished insulator shall be according to IEC 60695-11-10:2013. The test is passed if the test specimen satisfies the requirements of category HB 40. The acceptance category shall be recorded.

6.3 Type tests

6.3.1 General

An insulator type is defined for type testing purposes by the core material, the core diameter, the sheath material, the creepage distance and the method of attachment and type of the metal terminations.

The type tests shall be performed only once on insulators satisfying the above criteria for each type.

The type tests shall be repeated only when any of the above characteristics are changed.

For electrical tests, the creepage distance shall be equal or less than the distance determined from Table 1.

The tests as described in 6.3.2 to 6.3.4 shall be undertaken.

6.3.2 Dry lightning impulse withstand voltage test

The tests shall be performed in accordance with 11.1 of IEC 61109:2008. For the synthetic ropes, the test voltage values are given in Table A.2 of IEC 62497-1:2010.

6.3.3 Wet power frequency test

The tests shall be performed in accordance with 11.1 of IEC 61109:2008. For the synthetic ropes, the test voltage values are given in Table A.2 of IEC 62497-1:2010.

Deviations from the requirements are permitted when the soundness of such deviations can be substantiated.

6.3.4 Breaking load

The test samples shall be subjected to a tensile load by a testing machine. The tensile load shall be increased from zero, smoothly with an extension rate up to 20 % of the gauge length per minute, up to the mechanical failure of the synthetic rope.

The rope passes the test if the average value of the three samples exceeds the minimum specified breaking load. Moreover, for each tested sample, the recorded breaking load value shall exceed 95 % of the minimum specified breaking load.

For mechanical tests, the sample lengths (termination excluded) shall be at least equal to 1,0 m.

6.4 Sampling test

6.4.1 General

The sampling test is for the purpose of verifying other characteristics of insulating synthetic ropes, including those which depend on the quality of manufacture and on the materials used. It is made on insulating synthetic ropes taken at random from lots offered for acceptance.

6.4.2 Sampling test for insulating synthetic rope

The sampling tests shall consist of:

- product identification and labels;
- visual examination of the sheath;
- verification of dimensions;
- winding test.

Number of drums to submit for testing shall be according to Table 2.

Table 2 – Number of drums to submit for testing

Number of drums submitted for testing Lot size N	Sample size
$N \leq 10$	1
$10 < N \leq 25$	3
$25 < N \leq 50$	5
$50 < N \leq 80$	7
$80 < N \leq 120$	9
$120 < N \leq 170$	11
$170 < N \leq 225$	13
NOTE If the number of drums exceeds 225, a sample size shall be agreed between supplier and client.	

The winding test shall be carried out by winding five turns of rope on to a cylinder, the diameter of which shall be taken equal to thirty times the external diameter of the rope.

The insulating synthetic rope shall not present, after testing, any significant defects (stretch, tears, ovality, severe changes in section) which can affect its mechanical or electrical characteristics and/or can affect the quality of the fitting of the rope into the termination.

6.4.3 Sampling test for the termination

The sampling test shall consist of:

- verification of identification marks;
- visual examination of the termination;
- verification of dimensions;
- verification that rope and termination are designed to be used together;
- verification of the specified breaking load.

The number of terminations examined shall comply with the lot size according to Table 3.

Table 3 – Number of terminations examined complying with the lot size

Lot size N	Sample size
$N \leq 300$	Subject to agreement
$300 < N \leq 2\,000$	7
$2\,000 < N \leq 5\,000$	12
$5\,000 < N \leq 10\,000$	18

6.4.4 Sampling tests for made up components (e.g. delta suspension, etc.)

The sampling test shall consist of:

- visual examination of the component;

- verification of dimensions;
- verification that rope and termination are designed to be used together;
- verification of the specified breaking load.

The number of components examined shall comply with the lot size according to Table 3.

6.4.5 Re-test procedure for sampling tests

When specified in the acceptance criteria, the following re-test procedure applies for sample tests.

If only one synthetic rope or termination fails to comply with the sampling tests, a new sample equal to twice the quantity originally submitted to that test shall be subjected to re-testing. The re-testing shall comprise the test in which failure occurred, preceded by those tests which may be considered as having influenced the results of the original test.

If two or more ropes or terminations fail to comply with any of the sampling tests, or if any failure occurs during the re-testing, the complete lot shall be considered as not complying with the requirements stated in 6.4 and shall be withdrawn by the manufacturer.

Provided the cause of the failure can be clearly identified, the manufacturer may sort the lot to eliminate all the insulators with this defect. In the case of a lot that has been divided into smaller lots and if one of the smaller lots does not comply, the investigation may be extended to the other lots. The sorted lot(s) or part thereof may then be re-submitted for testing. The number then selected shall be three times the first quantity chosen for the tests. The re-testing shall comprise the test in which failure occurred preceded by those tests which may be considered as having influenced the results of the original test. If any insulator fails during this re-testing, the complete lot shall be considered as not complying with the requirements stated in 6.4.

6.5 Manufacturer routine tests

The manufacturer shall as a routine test:

- check the appearance and condition;
- check the dimensions.

The insulating synthetic rope shall not present any significant defects (grooves, inclusions, stretch, tears, ovality and severe changes in section) which can affect its mechanical or electrical characteristics and/or can affect the quality of the fitting of the rope into the termination.

The termination shall not present any significant defects (surface defects, sharp edges, mechanical damages) which can affect its mechanical or electrical characteristics and/or can affect the quality of the fitting of the rope into the termination.

The complete insulator shall not present any significant defects which can affect its mechanical or electrical characteristics.

If intermediate clamps are used then Annex C should be applied.

7 Component identification

7.1 Rope identification

The maximum step of marking identification on the sheath of the rope shall be of 1 m.

The marking shall include:

- type of core material:
 - polyaramid (a),
 - polyester (p),
 - other core material. In this case the identification mark shall be agreed between manufacturer and customer;
- type of sheath material:
 - polyethylene (pe),
 - crosslinked polyethylene (px),
 - polyester-elastomer (pes),
 - polyurethane (pu),
 - other sheath material. In this case the identification mark shall be agreed between manufacturer and customer;
- external diameter of the core of the rope in mm (e.g. D 08,5);
- week number and year of manufacturing (e.g. W24-Y97),
- name of the product;
- metre mark.

7.2 Termination identification

The termination identification shall show:

- name of the manufacturer;
- nominal breaking load in kilo Newton (kN) (e.g. NBL 30.0);
- week number and year of manufacturing (e.g. W24-Y97).

8 Verification of compliance

8.1 Certification of compliance and test results

The supplier shall provide evidence to the satisfaction of the purchaser that the insulating synthetic rope and its associated terminations comply with the requirements of this International standard and have been satisfactorily tested.

8.2 Inspection and testing

The insulating synthetic rope, associated terminations and sample insulator shall be made available for routine inspections, and on completion for final inspection, and where appropriate, for prototype inspection at the manufacturer's works by the purchaser.

The insulating synthetic rope, associated terminations and sample insulator shall be subject to the following tests before delivery:

- a) design, type, sample and routine tests in accordance with this standard;
- b) any additional tests as specified in the procurement specification.

The tests may be witnessed by the purchaser and shall include those listed in this International standard.

Test equipment used for measuring test values shall be calibrated and have valid calibration certificates from an accredited calibration service.

Any inspection or witnessing of testing by the purchaser shall not absolve the supplier of its agreed responsibility.

8.3 Test certificates

The supplier shall provide satisfactory evidence that the insulating synthetic rope and its associated terminations have been satisfactorily tested.

8.4 Drawings

If demanded by the purchaser, drawings with functional dimensions of the terminations shall be submitted to the purchaser for scrutiny with the delivery:

- a) general arrangement (including dimensions, construction details and material specification and fixed dimensions as specified in the procurement specification);
- b) loading, fixing and end cap requirements.

All drawings shall be of good, legible quality.

A remark of each revision shall be provided under consecutive revision letters or numbers together with the date.

All drawings shall be brought up to date as necessary, to provide a permanent as-fitted record and when appropriate shall be supplied in the software format specified in the procurement specification.

If quality assurance is requested, refer to Annex D.

9 Installation instructions

The supplier shall provide instructions describing the correct methods for handling the insulating synthetic rope and assembling and fitting end terminations.

The supplier together with the installer shall provide instructions for the correct installation of the insulating synthetic rope.

Particular attention shall be paid to the following:

- handling the insulating synthetic rope;
- fixing and tensioning the insulating synthetic rope;
- mechanical fitting of the end terminations;
- when appropriate, correct application of the end termination water proofing system;
- effective locking of the end terminations attaining the required working tension of the rope;
- the effect of long-term creep and stress relaxation.

10 Maintenance instructions

The manufacturer together with the installer shall specify any periodic and specialised maintenance requirements for the insulating synthetic rope and its associated terminations to achieve the performance requirements.

Specific reference shall be made to:

- cleaning requirements;
- routine maintenance including any special precautions;
- maintenance procedures and periodicity;
- drawings, illustrations and data enabling all component parts to be readily identified and allow procurement for replacement purposes.

11 Delivery and packaging

11.1 Rope

The drum of the rope shall respect the following rules:

- the radius of curvature of the insulating synthetic rope shall not be less than thirty times the external diameter of the rope;
- the markings on the drum shall be legible and indelible;
- the number of the drum shall be marked on each flange;
- a label, resistant to deterioration and indelibly marked, shall be attached to one flange, bearing the following information:
 - the name of the manufacturer;
 - the material designation (nature of the fibres, of the sheath);
 - the external diameter of the rope;
 - the nominal length of the rope;
 - the gross mass (rope-drum plus rope);
 - the nominal breaking load.

The following information shall be supplied separately to the purchaser at his request:

- a manufacturing number with at least the number of the week and the year of manufacture;
- the purchaser order or reference number.

11.2 Terminations

Terminations shall be packaged to avoid any damage in transit.

A label, resistant to deterioration and indelibly marked, shall be attached to the external of the package and shall mention:

- the name of the manufacturer;
- the number of pieces;
- the material designation.

11.3 Insulators

Insulators shall be packaged to avoid any damage in transit.

The insulators shall not be bent to a diameter less than thirty times the diameter of the core of the rope.

A label, resistant to deterioration and indelibly marked, shall be attached to the external of the package and shall mention:

- the name of the manufacturer or the name of the supplier;
- the number of pieces;
- the material designation.

Each insulator shall be individually marked, indicating the gauge length.

Annex A (normative)

Breaking load and endurance test load

The dimensions and the minimum breaking loads and endurance test loads of the insulating synthetic ropes shall be taken in Table A.1, and the permissible tensile load shall be in accordance with 5.7 and 6 of IEC 60913:2013.

Table A.1 – Dimensions and the minimum breaking loads and endurance test loads of the insulating synthetic ropes

Core fibre type	Nominal external diameter mm	Minimum specified breaking load of the rope kN	Endurance test load		
			mean kN	minimum kN	maximum kN
Polyaramid or similar ^a	4,0	7,5	2,25	1,91	2,59
	5,0	10,6	3,18	2,70	3,66
	7,0	15,0	4,5	3,83	5,18
	8,5	30,0	9,0	7,65	10,35
	9,0	45,0	13,5	11,48	15,53
	11,0	60,0	18,0	15,3	20,7
	13,5	105,0	31,5	26,78	36,23
Polyester or similar	5,0	3,0	0,9	0,77	1,04
	6,0	4,0	1,2	1,02	1,38
	7,0	5,0	1,5	1,28	1,73
	8,5	10,0	3,0	2,55	3,45
	9,0	15,0	4,5	3,83	5,18
	11,0	20,0	6,0	5,1	6,9
	13,5	35,0	10,5	8,93	12,08
	17	50,0	15,0	12,75	17,25
	20	75,0	22,5	19,13	25,88
NOTE Tolerances on external diameter may be specified at the purchasing stage by the supplier.					
^a The aramid fibre is equivalent to polyaramid fibre.					

Annex B (normative)

Testing

Table B.1 indicates the different tests that shall be performed that are intended to verify the suitability of the insulating synthetic rope and its associated termination.

Table B.1 – Element to submit to tests

	Designation	Subclause	Core material	Core diameter	Sheath material	External diameter	Termination design	Termination material	Method of waterproofing
Design test	Product identification and labels	6.2.2.1	Y	Y	Y	Y			
	Visual check and dimensions (drawing)	6.2.2.2	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
	Breaking test	6.2.2.3	Y	Y			Y	Y	
	Endurance test	6.2.2.4	Y				Y	Y	
	Dry power frequency withstand voltage test	6.2.3	Y		Y				Y
	Test of housing tracking and erosion	6.2.4			Y				
	Flammability test	6.2.5			Y				
Type test	Dry lightning impulse withstand voltage test	6.3.2			Y				
	Wet power frequency test	6.3.3			Y				
	Breaking load	6.3.4	Y	Y			Y	Y	
NOTE Y: tests to perform.									

Annex C (informative)

Intermediate clamp

If intermediate clamps which apply load through the sheath of insulating synthetic rope are to be used, their mechanical efficiency should be evaluated with regard to the following major points:

- the clamp should be clearly identified;
- under working load conditions, the clamp should not damage the sheath;
- in testing a clamp and an insulating synthetic rope combination, care should be taken to apply loads in the direction they would be applied in the service conditions;
- failure mode of a clamp and an insulating synthetic rope combination (i.e. sheath failure or breaking of the clamp).

The maximum working load of the sheath and its associated clamp and the wedging length on the sheath should be registered on the test report.

Annex D **(informative)**

Quality assurance

The supplier should operate a comprehensive quality management system in accordance with ISO 9001. The supplier should, if requested, provide a current certificate of certified quality issued by an independent certification authority to confirm that the supplier's quality management system has been successfully audited for conformance with the standard for the scope of the work being undertaken.

The manufacturer's quality manual and all internal inspection reports should be available at the manufacturer's works for examination by the purchaser.

The supplier should provide a signed statement or certificate confirming that the insulating synthetic rope, associated terminations and sample insulator have been manufactured, inspected and tested in accordance with this International standard and the procurement specification, and are ready for despatch.

Bibliography

IEC 60850, *Railway applications – Supply voltages of traction systems*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	30
INTRODUCTION.....	32
1 Domaine d'application	33
2 Références normatives	33
3 Termes, définitions et abréviations	34
3.1 Termes et définitions	34
3.2 Abréviations	35
4 Caractéristiques et exigences du câble.....	35
4.1 Généralités	35
4.1.1 Caractéristiques communes.....	35
4.1.2 Caractéristiques spécifiques des matériaux des âmes	35
4.1.3 Exigences spécifiques des matériaux des gaines.....	35
4.2 Exigences du client	36
4.3 Exigences électriques	36
4.3.1 Tensions.....	36
4.3.2 Lignes de fuite	36
4.4 Exigences mécaniques	37
4.4.1 Charges de rupture minimales	37
4.4.2 Tension mécanique admissible	37
4.4.3 Tension mécanique admissible sur une pince d'ancrage de suspension (charge non verticale)	37
4.4.4 Propriétés dépendant du temps	37
4.4.5 Autres propriétés mécaniques.....	37
4.5 Conditions d'environnement	38
4.5.1 Généralités	38
4.5.2 Pollution	38
4.5.3 Corrosion.....	38
4.5.4 Résistance aux UV	38
4.6 Risques au feu.....	38
4.7 Cheminement et érosion	38
5 Conception, fabrication et mise en œuvre.....	39
6 Essais	39
6.1 Généralités	39
6.2 Essais de conception pour les types de câbles	39
6.2.1 Généralités	39
6.2.2 Echantillons d'essai et essais préliminaires	39
6.2.3 Essai de tenue à la fréquence industrielle à sec	41
6.2.4 Essai du revêtement: essai de cheminement et d'érosion	41
6.2.5 Essai de tenue au feu	41
6.3 Essais de type	42
6.3.1 Généralités	42
6.3.2 Essai de tenue aux chocs de foudre à sec	42
6.3.3 Essai à fréquence industrielle sous pluie	42
6.3.4 Charge de rupture	42
6.4 Essai sur prélèvement.....	42
6.4.1 Généralités	42

6.4.2	Essai sur prélèvement du câble synthétique isolant	43
6.4.3	Essai sur prélèvement des extrémités.....	43
6.4.4	Essais sur prélèvement des produits finis (par exemple: suspension en triangle, etc.)	44
6.4.5	Procédure de répétition d'essai pour des essais sur prélèvements	44
6.5	Essais individuels de série du fabricant.....	44
7	Identification des composants.....	45
7.1	Identification du câble	45
7.2	Identification de l'extrémité	45
8	Vérification de la conformité	46
8.1	Certificat de conformité et résultats des essais	46
8.2	Inspection et essai	46
8.3	Certificats d'essais.....	46
8.4	Plans	46
9	Instructions de montage	47
10	Instructions de maintenance	47
11	Livraison et conditionnement	47
11.1	Câble	47
11.2	Extrémités.....	48
11.3	Isolateurs	48
	Annexe A (normative) Charges de rupture et charges pour l'essai d'endurance	49
	Annexe B (normative) Essais	50
	Annexe C (informative) Pièces d'attache intermédiaires.....	51
	Annexe D (informative) Assurance de la qualité	52
	Bibliographie.....	53
	Figure 1 – Charges minimales et maximales pour les essais d'endurance.....	40
	Tableau 1 – Ligne de fuite additionnelle par kV de tension nominale excédentaire.....	37
	Tableau 2 – Nombre de tourets à soumettre aux essais	43
	Tableau 3 – Nombre d'extrémités examinées conformes à la taille du lot.....	44
	Tableau A.1 – Dimensions ainsi que charges de rupture et charges pour l'essai d'endurance minimales des câbles synthétiques isolants	49
	Tableau B.1 – Élément à soumettre aux essais.....	50

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

APPLICATIONS FERROVIAIRES – INSTALLATIONS FIXES – TRACTION ÉLECTRIQUE – MONTAGES METTANT EN ŒUVRE DES CÂBLES SYNTHÉTIQUES ISOLANTS POUR LE SUPPORT DES LIGNES AÉRIENNES DE CONTACT

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 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 la CEI. La CEI 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 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 brevet. La CEI 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 CEI 62724 a été établie par le comité d'études 9 de la CEI: Matériels et systèmes électriques ferroviaires.

La présente norme est dérivée de l'EN 50345.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
9/1853/FDIS	9/1870/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 stabilité 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,

IMPORTANT – Le logo "*colour inside*" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

INTRODUCTION

La présente Norme internationale a été élaborée pour servir de guide général et pour définir des exigences spécifiques relatives à la conception et aux essais des câbles synthétiques isolants, de leurs gaines et leurs extrémités, utilisés pour les lignes aériennes de contact de traction électrique.

Des choix particuliers pourront déboucher sur des exigences prenant en compte les réglementations locales, les conditions d'intervention, la compatibilité avec les systèmes existants, la lutte contre la pollution de l'environnement, ceci dans le but d'arriver à fournir un support isolant fiable sur la durée attendue du cycle de vie.

Ces câbles synthétiques isolants sont une alternative à l'utilisation de câbles métalliques associés à des isolateurs conventionnels.

**APPLICATIONS FERROVIAIRES –
INSTALLATIONS FIXES –
TRACTION ÉLECTRIQUE –
MONTAGES METTANT EN ŒUVRE
DES CÂBLES SYNTHÉTIQUES ISOLANTS
POUR LE SUPPORT DES LIGNES AÉRIENNES DE CONTACT**

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale s'applique aux câbles synthétiques isolants utilisés dans la construction des lignes aériennes de contact.

Cette Norme internationale définit les exigences d'assemblage des câbles synthétiques isolants et est applicable aux lignes aériennes de contact pour la traction électrique dans le domaine des chemins de fer, des chemins de fer dits "légers", des tramways, des trolleybus et autres systèmes.

Ces câbles synthétiques isolants servent à la fois de support mécanique et d'isolation électrique aux lignes aériennes de contact.

Leur champ d'application est en général le suivant:

- suspension en triangle des fils de contact;
- câble caténaire;
- ancrage du point médian;
- hauban;
- pendule;
- suspensions transversales;
- atténuateur de sons et de vibrations;
- suspensions sur poulies et ancrages par pinces;
- consoles en stratifié-verre (GRP).

Cette norme définit les exigences et les caractéristiques du câble, les méthodes d'essais et les procédures de contrôle à utiliser pour les câbles synthétiques isolants, ainsi que les exigences relatives à la commande et à la livraison.

Les câbles synthétiques destinés uniquement à des applications mécaniques ne sont pas traités dans la présente Norme internationale. Néanmoins, les exigences et essais mécaniques spécifiés dans la présente norme peuvent être utilisés pour ce type de câbles.

L'objet de cette norme est de spécifier les exigences de la conception et de permettre au fournisseur de stipuler les conditions d'utilisation des câbles synthétiques isolants à l'acquéreur ou à l'acheteur averti.

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).

CEI 60060-1:2010, *Technique des essais à haute tension – Partie 1: Définitions et exigences générales*

CEI 60695-11-10:2013, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 11-10: Flammes d'essai – Méthodes d'essai horizontal et vertical à la flamme de 50 W*

CEI 60913:2013, *Applications ferroviaires – Installations fixes – Lignes aériennes de contact pour la traction électrique*

CEI 61109:2008, *Isolateurs pour lignes aériennes – Isolateurs composites de suspension et d'ancrage destinés aux systèmes à courant alternatif de tension nominale supérieure à 1 000 V – Définitions, méthodes d'essai et critères d'acceptation*

CEI 62217:2012, *Isolateurs polymériques à haute tension pour utilisation à l'intérieur ou à l'extérieur - Définitions générales, méthodes d'essai et critères d'acceptation*

CEI 62497-1:2010, *Applications ferroviaires – Coordination de l'isolement – Partie 1: Exigences fondamentales – Distances d'isolement dans l'air et lignes de fuite pour tout matériel électrique et électronique*

CEI 62498-2, *Applications ferroviaires – Conditions d'environnement pour le matériel – Partie 2: Installations électriques fixes*

ISO 4892-2:2006, *Plastiques – Méthodes d'exposition à des sources lumineuses de laboratoire – Partie 2: Lampes à arc au xénon*

3 Termes, définitions et abréviations

3.1 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

3.1.1

ligne de fuite

distance la plus courte, le long de la surface d'un isolant solide, entre deux parties conductrices

[SOURCE: CEI 60050-151:2001, 151-15-50]

3.1.2

longueur de référence

distance entre les centres des axes des points ou des boulons d'accrochage des extrémités

3.1.3

isolateur

ensemble constitué d'un câble synthétique isolant et de ses pièces d'extrémité

3.1.4

câble synthétique isolant

câble composé par au moins un matériau à base organique, avec ou sans gaine

3.1.4.1

âme du câble

âme composée de fibres synthétiques et supportant la charge mécanique du câble

3.1.4.2

gaine du câble

enveloppe de protection de l'âme réalisée en matériaux synthétiques, habituellement en matière polymère extrudée ayant des propriétés isolantes adéquates

3.1.5

extrémité

moyen pour raccorder les bouts d'un câble synthétique isolant entre deux points

3.2 Abréviations

c.a.	courant alternatif
c.c.	courant continu
GRP	stratifié-verre
UV	ultraviolet

4 Caractéristiques et exigences du câble

4.1 Généralités

4.1.1 Caractéristiques communes

Deux principaux types de fibres sont réellement utilisés pour assurer la tenue mécanique de l'âme. Il s'agit des fibres polyester et polyaramide. D'autres types de fibres présentant des caractéristiques similaires peuvent également être utilisés.

Le type de fibre est important pour la détermination des propriétés mécaniques.

Le choix du type de polymère entrant dans la composition de la gaine est important car il influe sur la durée de vie, les performances liées à l'environnement et certaines des propriétés électriques et mécaniques.

4.1.2 Caractéristiques spécifiques des matériaux des âmes

Les câbles synthétiques isolants à âme en polyaramide, ou en fibres semblables, présentent un diamètre inférieur, une tenue mécanique supérieure et un allongement plus faible à ceux à âme en polyester, ou en fibres semblables, pour une capacité de charge et une rigidité axiale données.

Les câbles synthétiques isolants à âme en polyester, ou en fibres semblables, présentent une résistance plus élevée aux chocs que ceux à âme en polyaramide, ou en fibres semblables, par exemple: lors des décrochages des perches de trolleybus.

Les câbles synthétiques isolants peuvent résister en service à des températures environnementales comprises entre:

- –40 °C et +55 °C pour les câbles à âme en polyester ou similaire;
- –40 °C et +80 °C pour les câbles à âme en polyaramide ou similaire.

4.1.3 Exigences spécifiques des matériaux des gaines

Les gaines peuvent être constituées de matériaux différents. On doit choisir un matériau résistant aux conditions locales comme:

- l'exposition aux UV (ex.: les polyéthylènes);
- les conditions générales d'environnement (ex.: les polyéthylènes);

- l'abrasion (ex.: les polyesters / les élastomères);
- la flexion (ex.: les polyesters / les élastomères).

Lorsque le câble est utilisé dans des endroits confinés (tunnels, gares, etc.), le matériau de la gaine doit posséder des propriétés supplémentaires comme:

- la résistance au cheminement (ex.: les polyéthylènes réticulés);
- la tenue au feu (ex.: les polyéthylènes réticulés);
- être auto-extinguible (ex.: les polyéthylènes réticulés).

4.2 Exigences du client

Le client doit fournir une description spécifique et exhaustive des conditions d'utilisation et des exigences fonctionnelles des lignes aériennes de contact qui peuvent intervenir dans la conception des câbles synthétiques isolants.

Ceci doit inclure, de manière appropriée, mais non limitative, ce qui suit:

- les caractéristiques électriques du réseau;
- les paramètres dimensionnels et de positionnement;
- les limites de déplacement angulaire;
- les charges de service maximales exigées;
- les conditions d'environnement;
- les exigences pour le manchonnage des câbles synthétiques isolants;
- toute autre exigence pour des essais particuliers;
- toute autre exigence pour le conditionnement et la livraison;
- la liste des contrôles et essais auxquels le client doit assister;
- la durée de vie en service de l'isolateur.

4.3 Exigences électriques

4.3.1 Tensions

Les valeurs des tensions sont indiquées dans le Tableau A.2 de la CEI 62497-1:2010. Les niveaux de tension assignée d'isolement et de tension d'essai sont basés sur des données statistiques et des critères de risques pouvant influencer sur la durée de vie en service de l'isolateur.

4.3.2 Lignes de fuite

Les lignes de fuite doivent être définies pour satisfaire à la valeur de tension permanente la plus élevée du réseau. Il doit être tenu compte de la nature des câbles synthétiques isolants et de leur comportement en atmosphère polluée eu égard à la durée de vie de l'installation.

La valeur minimale de la ligne de fuite, pour des tensions nominales inférieures ou égales à 1,5 kV en courant continu ou à 1 kV en courant alternatif, doit être égale à 1 m. Cette ligne de fuite peut être réduite pour des types particuliers de câbles jusqu'à 0,5 m si des essais et des expériences de longue période sont disponibles.

NOTE Cette valeur est basée sur l'expérience.

Pour les tensions nominales supérieures à 1,5 kV en courant continu ou à 1 kV en courant alternatif, on doit rajouter une ligne de fuite additionnelle par kV de tension nominale excédentaire, qui doit être calculée à partir des valeurs du Tableau 1.

EXEMPLE Pour une tension nominale de 25 kV en courant alternatif, avec un câble synthétique isolant dont l'inclinaison est de 45°, l'extrémité non étanche et dans des conditions d'environnement extrêmement défavorables, une ligne de fuite totale de 3 040 mm est exigée.

Tableau 1 – Ligne de fuite additionnelle par kV de tension nominale excédentaire

Lignes de fuite additionnelles	Extrémité étanche		Extrémité non étanche	
	Horizontal mm/kV	Inclinaison à 45° et vertical mm/kV	Horizontal mm/kV	Inclinaison à 45° et vertical mm/kV
Conditions normales d'utilisation	30	35	45	55
Conditions défavorables d'utilisation	40	45	60	70
Conditions très défavorables d'utilisation	50	55	75	85
NOTE Ces valeurs sont basées sur l'expérience.				

Les valeurs de la ligne de fuite pour une tension nominale jusqu'à 1,5 kV en courant continu sont valables pour une double isolation.

4.4 Exigences mécaniques

4.4.1 Charges de rupture minimales

Les dimensions et les charges de rupture minimales des câbles synthétiques isolants peuvent être issues du Tableau A.1 de l'Annexe A. D'autres valeurs peuvent faire l'objet d'un accord avec le fabricant.

4.4.2 Tension mécanique admissible

La charge à la traction autorisée doit être conforme à 5.7 et à l'Article 6 de la CEI 60913:2013.

4.4.3 Tension mécanique admissible sur une pince d'ancrage de suspension (charge non verticale)

La charge maximale de travail qui peut être appliquée à une pince d'ancrage de suspension ne doit pas dépasser 25 % de la charge de rupture de l'ensemble câble et extrémité associée.

La charge de rupture de l'ensemble câble et pince d'ancrage doit être déterminée expérimentalement. Il doit être tenu compte des conditions prévues d'utilisation et du sens réel des forces appliquées.

4.4.4 Propriétés dépendant du temps

Le fournisseur doit spécifier les propriétés suivantes des câbles synthétiques isolants:

- tenue à la fatigue (cycle de charge);
- caractéristiques de fluage (sous charge constante);
- comportement à la diminution de la tension mécanique (entre deux ancrages fixes).

4.4.5 Autres propriétés mécaniques

Le fournisseur doit spécifier les caractéristiques d'allongement des câbles synthétiques isolants.

4.5 Conditions d'environnement

4.5.1 Généralités

Les câbles synthétiques isolants doivent pouvoir résister en service aux conditions d'environnement données dans la CEI 62498-2.

Les conditions normales d'utilisation correspondent à un environnement à faible pollution industrielle, à faible densité de population et sans moteur thermique.

Les conditions défavorables d'utilisation correspondent à un environnement à forte pollution industrielle comportant de forts rejets gazeux, une forte densité de population, des circulations ferroviaires de type mixte, un fort trafic routier et des brouillards fréquents.

Les conditions très défavorables d'utilisation correspondent à un environnement à brouillards fréquents, auprès de grandes centrales, d'industries chimiques, de fonderies ou en zone côtière.

4.5.2 Pollution

En complément aux exigences de performances électriques et mécaniques, la conception doit indiquer la capacité de la gaine externe du câble synthétique isolant à satisfaire aux niveaux de pollution susceptibles d'être rencontrés durant sa durée de vie en service (par exemple: l'aptitude de la gaine à se défaire en surface de l'eau et des polluants et à résister aux atmosphères salines en zones côtières).

4.5.3 Corrosion

Les extrémités et les pinces d'ancrage sur transversaux doivent être convenablement protégées de la corrosion et compatibles avec les matériaux des connexions d'interface. Si nécessaire, on doit faire attention à la protection contre toutes agressions, telles l'infiltration d'humidité, les rejets dus à la chimie, les variations de température ou la conduction de courants unidirectionnels.

4.5.4 Résistance aux UV

La composition de la gaine des câbles synthétiques isolants doit être convenablement choisie pour tenir compte des effets des niveaux locaux du rayonnement ultraviolet susceptibles d'être rencontrés durant sa durée de vie en service.

Les essais de vieillissement du matériau de la gaine du câble de l'ISO 4892-2:2006 peuvent être utilisés. Lorsque les matériaux de la gaine sont identiques pour différents diamètres, il n'est pas nécessaire de réaliser à nouveau des essais de vieillissement.

4.6 Risques au feu

Il convient que les risques d'inflammabilité correspondant à chaque application soient évalués pour que les fibres de l'âme et le type de polymère de la gaine puissent être convenablement choisis.

Une attention particulière doit être portée à la possibilité d'émission de gaz dans des conditions d'atmosphère confinée, par exemple: tunnels, stations souterraines, etc.

4.7 Cheminement et érosion

En complément aux exigences de performances électriques et mécaniques, la conception doit indiquer la capacité de la surface de la gaine du câble synthétique isolant à résister au

cheminement et à l'érosion dans des conditions susceptibles d'être rencontrées durant sa durée de vie en service.

5 Conception, fabrication et mise en œuvre

Les câbles synthétiques isolants doivent être conçus et fabriqués selon les meilleurs procédés, prenant en compte le système où ils seront installés et le besoin de concevoir des extrémités adaptées à la taille et au type du câble. Tout matériau doit être de qualité et de type correspondant le mieux possible aux conditions spécifiées pour la durée de vie en service totale des câbles synthétiques isolants.

Le fournisseur doit fournir une clause de sécurité pour les câbles synthétiques isolants utilisés pour des applications nouvelles ou novatrices n'ayant pas encore été utilisées dans le domaine ferroviaire. La clause de sécurité doit quantifier tous risques complémentaires et indiquer comment ces risques sont contrôlés.

Chaque fois qu'une extrémité étanche est prescrite, le fabricant de l'extrémité doit fournir une notice complémentaire d'assemblage.

6 Essais

6.1 Généralités

Les essais à réaliser et les éléments à soumettre à ces essais sont spécifiés en Annexe B.

6.2 Essais de conception pour les types de câbles

6.2.1 Généralités

Les essais de conception sont destinés à vérifier l'adéquation entre les matériels spécifiés et leur méthode de fabrication. Lorsqu'un isolateur est soumis aux essais de conception, la validité des résultats obtenus doit être transposable à l'ensemble de la classe de l'isolateur ayant les mêmes caractéristiques et représenté par ces seuls essais.

Les essais de conception doivent être réalisés avec trois échantillons.

Les essais suivants doivent être effectués pour chaque classe d'essai:

- essai de rupture;
- essai d'endurance;
- essai électrique (essai de tenue à la fréquence industrielle à sec et essai de cheminement et d'érosion du revêtement);
- essai de tenue au feu.

NOTE La résistance des matériaux de la gaine aux UV peut être attestée grâce à un certificat, conformément à l'ISO 4892:2:2006.

6.2.2 Echantillons d'essai et essais préliminaires

6.2.2.1 Identification du produit et marquage

Chaque câble synthétique doit comporter une marque avec le nom ou la marque de fabrique du fabricant, l'année de fabrication et le diamètre du câble. Ces identifications doivent être imprimées tous les mètres de façon lisible et indélébile. Pour une identification correcte, voir l'Article 7.

6.2.2.2 Contrôle visuel et vérification des dimensions (plan)

Les dimensions de câbles synthétiques en essai doivent être vérifiées conformément aux plans appropriés, en tenant compte de toutes les tolérances spécifiques. De plus, la gaine du câble doit être contrôlée visuellement de façon à détecter tous défauts de surface, tels que fissures, entailles, inclusions, etc.

6.2.2.3 Essai de rupture

Pour cet essai, les longueurs de l'échantillon (à l'exception des extrémités) doivent être égales à au moins 1,0 m.

Les échantillons d'essai doivent être soumis à une charge à la traction avec une machine d'essai. La charge à la traction doit être augmentée progressivement à partir de zéro, avec un taux d'allongement allant jusqu'à 20 % de la longueur de référence par minute, jusqu'à la rupture mécanique du câble synthétique.

La valeur moyenne sur les trois échantillons doit être supérieure à la charge de rupture minimale spécifiée pour que le câble passe l'essai. Pour chaque échantillon essayé, la valeur de la charge de rupture enregistrée doit être supérieure de 95 % à la charge de rupture minimale spécifiée.

6.2.2.4 Essai d'endurance

Une charge cyclique doit être appliquée pour cet essai. Les longueurs de l'échantillon (à l'exception des extrémités) doivent être égales à au moins 0,9 m.

La charge moyenne doit être égale à 30 % de la charge de rupture minimale spécifiée pour un câble. Les charges maximale et minimale doivent être appliquées à ± 15 % de la charge moyenne indiquée à la Figure 1 et au Tableau A.1 de l'Annexe A. D'autres types peuvent faire l'objet d'un accord avec le fabricant.

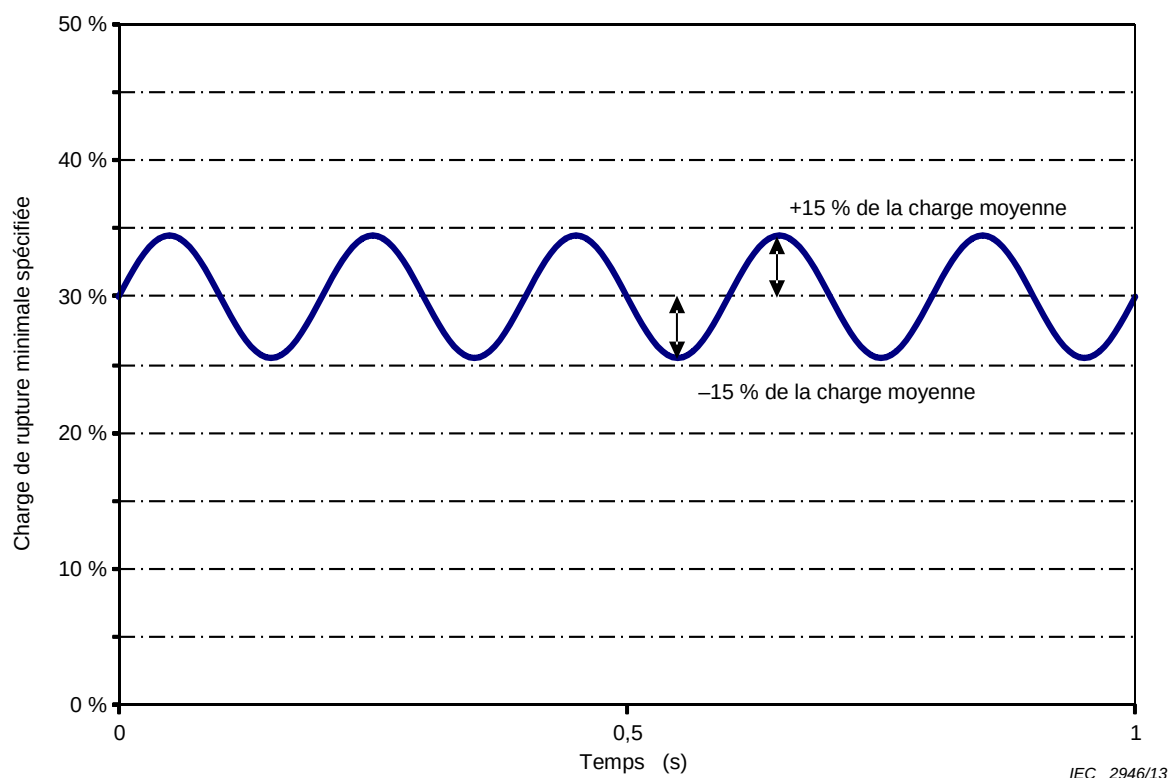


Figure 1 – Charges minimales et maximales pour les essais d'endurance

La fréquence des cycles de charge doit être au maximum de 10 cycles par seconde.

Pour que le câble passe l'essai, le nombre minimal de cycles de charge avant rupture doit être supérieur à 3×10^6 pour les fibres polyaramide ou similaires et à 10×10^6 pour les fibres polyester ou similaires pour les trois échantillons.

6.2.3 Essai de tenue à la fréquence industrielle à sec

La longueur des échantillons doit être d'au moins 1,0 m. Si des types particuliers de câbles sont utilisés pour les lignes de fuite à des distances $\geq 0,5$ m et < 1 m, la longueur des échantillons doit être de 0,5 m.

Cet essai est réalisé sur des isolateurs et en deux parties pour permettre de faire la comparaison entre un échantillon sec et un échantillon ayant été plongé dans l'eau.

L'essai doit être réalisé conformément à 9.2.4 de la CEI 62217:2012.

Les échantillons doivent être soumis aux essais avant l'immersion dans une position horizontale ou avec une inclinaison de 45° ; après immersion les échantillons doivent être soumis aux essais dans la position horizontale et à 45° .

Les mêmes essais doivent être répétés sur des échantillons après leur immersion dans l'eau conformément au Tableau 2 de la CEI 60060-1:2010, pour une période minimale de 100 h. Les échantillons d'essai doivent être immergés complètement, y compris leurs extrémités.

L'essai est concluant si les tensions de tenue à fréquence industrielle du Tableau A.2 de la CEI 62497-1:2010 sont réalisées pour tous les échantillons avant et après immersion.

6.2.4 Essai du revêtement: essai de cheminement et d'érosion

Cet essai doit être réalisé seulement quand les isolateurs sont destinés à un réseau en courant alternatif de tension nominale supérieure à 1 000 V.

On exige deux échantillons pour cet essai. La ligne de fuite doit être égale à 1,0 m. Cette distance de ligne de fuite peut être réduite à 0,5 m en cas d'utilisation de types de câbles particuliers.

Cet essai doit être réalisé conformément à 9.3.3 de la CEI 62217:2012.

L'essai est continu sur une durée limitée dans des conditions de brouillard salin et à une tension de tenue à fréquence industrielle constante de 18 kV (qui correspond à une ligne de fuite spécifique de 55 mm/kV) indiquée au Tableau 1. Le contenu en NaCl initial de l'eau doit être égal à $(8 \pm 0,4)$ kg/m³.

L'essai doit être considéré comme réussi si, sur les deux câbles essayés, il n'y a pas:

- de cheminement;
- d'érosion;
- de perforation d'ailette (le cas échéant), du revêtement ou de l'interface.

6.2.5 Essai de tenue au feu

L'acheteur peut exiger des essais de tenue au feu. Les essais de tenue au feu pour l'isolateur terminé doivent être conformes à la CEI 60695-11-10:2013. L'essai est réussi si l'échantillon d'essai satisfait aux exigences de la catégorie HB 40. La catégorie d'acceptation doit être enregistrée.

6.3 Essais de type

6.3.1 Généralités

Pour effectuer les essais de type, chaque type d'isolateur est défini d'après les matériaux entrant dans la composition de l'âme et de la gaine du câble, le diamètre de l'âme du câble, la ligne de fuite, la méthode d'attache des extrémités et la nature du métal dont elles sont constituées.

Les essais de type doivent être effectués une seule fois par type d'isolateur, chaque type d'isolateur étant défini d'après les critères listés ci-dessus.

Les essais de type doivent être répétés seulement dans le cas où l'une quelconque des caractéristiques d'un des critères précédents a changé.

Pour les essais électriques, la ligne de fuite doit être inférieure ou égale à la distance déterminée à partir du Tableau 1.

Les essais décrits du 6.3.2 au 6.3.4 doivent être entrepris.

6.3.2 Essai de tenue aux chocs de foudre à sec

Les essais doivent être réalisés conformément à 11.1 de la CEI 61109:2008. Pour les câbles synthétiques, les valeurs de tension d'essai sont indiquées dans le Tableau A.2 de la CEI 62497-1:2010.

6.3.3 Essai à fréquence industrielle sous pluie

Les essais doivent être réalisés conformément à 11.1 de la CEI 61109:2008. Pour les câbles synthétiques, les valeurs de tension d'essai sont indiquées dans le Tableau A.2 de la CEI 62497-1:2010.

Des dérogations aux exigences sont autorisées lorsque leur justification peut être démontrée.

6.3.4 Charge de rupture

Les échantillons d'essai doivent être soumis à une charge à la traction avec une machine d'essai. La charge à la traction doit être augmentée progressivement à partir de zéro, avec un taux d'allongement allant jusqu'à 20 % de la longueur de référence par minute, jusqu'à la rupture mécanique du câble synthétique.

La valeur moyenne sur les trois échantillons doit être supérieure à la charge de rupture minimale spécifiée pour que le câble passe l'essai. De plus, pour chaque échantillon contrôlé, la valeur de la charge de rupture enregistrée doit être supérieure de 95 % à la charge de rupture minimale spécifiée.

Pour les essais d'ordre mécanique, les longueurs de l'échantillon (à l'exception des extrémités) doivent être égales à au moins 1,0 m.

6.4 Essai sur prélèvement

6.4.1 Généralités

L'essai sur prélèvement a pour objet de vérifier d'autres caractéristiques du câble synthétique isolant, comprenant notamment celles qui dépendent de la qualité de fabrication et des matériaux utilisés. Ceci est réalisé sur des câbles synthétiques isolants prélevés au hasard dans les lots à réceptionner.

6.4.2 Essai sur prélèvement du câble synthétique isolant

Les essais sur prélèvements doivent consister en:

- l'identification du produit et la vérification de l'étiquetage;
- un examen visuel de la gaine;
- une vérification dimensionnelle;
- un essai d'enroulement.

Le nombre de tourets à soumettre aux essais doit être conforme au Tableau 2.

Tableau 2 – Nombre de tourets à soumettre aux essais

Nombre de tourets soumis aux essais Taille du lot N	Taille de l'échantillon
$N \leq 10$	1
$10 < N \leq 25$	3
$25 < N \leq 50$	5
$50 < N \leq 80$	7
$80 < N \leq 120$	9
$120 < N \leq 170$	11
$170 < N \leq 225$	13
NOTE Si le nombre de tourets à réceptionner est supérieur à 225, une taille d'échantillon doit être définie d'un commun accord entre le fournisseur et le client.	

L'essai d'enroulement doit être effectué de manière à ce que le câble fasse cinq fois le tour d'un cylindre dont le diamètre doit être pris égal à trente fois le diamètre extérieur du câble.

Après l'essai, le câble synthétique isolant ne doit pas présenter de défauts importants (allongement, déchirures, ovalisation, variations importantes de section) qui soient susceptibles d'affecter ses caractéristiques mécaniques ou électriques et/ou d'affecter la qualité d'assemblage du câble synthétique avec l'extrémité.

6.4.3 Essai sur prélèvement des extrémités

L'essai sur prélèvement doit consister en:

- la vérification des marques d'identification;
- un examen visuel de l'extrémité;
- une vérification dimensionnelle;
- la vérification que le câble et l'extrémité sont conçus pour être utilisés ensemble;
- une vérification de la charge de rupture spécifiée.

Le nombre d'extrémités à soumettre à l'essai doit correspondre à la taille du lot à réceptionner, telle que définie au Tableau 3.

Tableau 3 – Nombre d'extrémités examinées conformes à la taille du lot

Taille du lot N	Taille de l'échantillon
$N \leq 300$	Définie par accord
$300 < N \leq 2\,000$	7
$2\,000 < N \leq 5\,000$	12
$5\,000 < N \leq 10\,000$	18

6.4.4 Essais sur prélèvement des produits finis (par exemple: suspension en triangle, etc.)

L'essai sur prélèvement doit consister en:

- un examen visuel du composant;
- une vérification dimensionnelle;
- la vérification que le câble et l'extrémité sont conçus pour être utilisés ensemble;
- une vérification de la charge de rupture spécifiée.

Le nombre de pièces à soumettre à l'essai doit correspondre à la taille du lot à réceptionner, telle que définie au Tableau 3.

6.4.5 Procédure de répétition d'essai pour des essais sur prélèvements

Lorsque cela est spécifié dans les critères d'acceptation, on applique la procédure suivante de répétition d'essai pour les essais sur prélèvements.

Si un seul câble synthétique ou une seule extrémité ne satisfait pas à l'essai sur prélèvement, un nouvel échantillon égal au double de la quantité soumise à l'essai d'origine doit faire l'objet d'un nouvel essai. Le nouvel essai doit comprendre l'essai pendant lequel le défaut s'est produit, précédé des mêmes essais susceptibles d'avoir influencé les résultats du premier essai.

Si deux ou plusieurs câbles ou extrémités n'ont pas satisfait à l'un ou l'autre des essais sur prélèvements, ou si un défaut quelconque apparaît pendant le nouvel essai, on doit considérer que tout le lot ne satisfait pas aux exigences indiquées au 6.4 et qu'il doit être retiré par le fabricant.

Si la cause du défaut peut être clairement identifiée, le fabricant peut faire un tri dans le lot pour éliminer les isolateurs défectueux. Si le lot a été divisé en plusieurs petits lots, et si un des ces petits lots n'est pas conforme, l'investigation peut être étendue à tous les autres lots. Le(s) lot(s) trié(s) ou une partie de celui-ci (ceux-ci) peut (peuvent) être soumis de nouveau à l'essai. Le nombre retenu alors devra être de trois fois la quantité initialement choisie pour les essais. Le nouvel essai doit comprendre l'essai pendant lequel le défaut s'est produit, précédé des mêmes essais susceptibles d'avoir influencé les résultats du premier essai. Si un seul isolateur ne passe pas ce nouvel essai, le lot complet doit être considéré comme non conforme aux exigences indiquées au 6.4.

6.5 Essais individuels de série du fabricant

Les essais individuels de série du fabricant doivent consister en:

- un contrôle de l'aspect et de l'état;

- un contrôle des dimensions.

Le câble synthétique isolant ne doit pas présenter de défauts importants (entailles, inclusions, allongement, pelage, ovalisation et variations de section significatives) qui soient susceptibles d'affecter ses caractéristiques mécaniques ou électriques et/ou d'affecter la qualité d'assemblage du câble synthétique avec l'extrémité.

L'extrémité ne doit pas présenter de défauts importants (défauts de surface, bords tranchants, dommages d'ordre mécanique) qui soient susceptibles d'affecter ses caractéristiques mécaniques ou électriques et/ou d'affecter la qualité d'assemblage du câble synthétique avec l'extrémité.

L'isolateur dans sa totalité ne doit pas présenter de défauts importants qui soient susceptibles d'affecter ses caractéristiques mécaniques ou électriques.

Si l'on utilise des pièces d'attache intermédiaires, il convient d'appliquer les exigences de l'Annexe C.

7 Identification des composants

7.1 Identification du câble

Le pas maximal du marquage d'identification à réaliser sur la gaine du câble doit être de 1 m.

Le marquage doit comprendre:

- le type du matériau constituant l'âme:
 - polyaramide (a),
 - polyester (p),
 - autre matériau de l'âme. Dans ce cas, la marque d'identification doit faire l'objet d'un accord entre le fabricant et le client;
- le type du matériau constituant la gaine:
 - polyéthylène (pe),
 - polyéthylène réticulé (px),
 - polyester-élastomère (pes),
 - polyuréthane (pu),
 - autre cas de matériau de la gaine. Dans ce cas, la marque d'identification doit faire l'objet d'un accord entre le fabricant et le client;
- le diamètre extérieur de l'âme du câble en mm (ex.: D 08,5);
- le numéro de la semaine et l'année de fabrication (ex.: S24-A97),
- le nom du produit;
- un repérage métrique.

7.2 Identification de l'extrémité

L'identification des extrémités doit comprendre:

- le nom du fabricant;
- la charge de rupture nominale en kilo Newtons (kN) (ex.: NBL 30,0);
- le numéro de la semaine et l'année de fabrication (ex.: W24-Y97).

8 Vérification de la conformité

8.1 Certificat de conformité et résultats des essais

Le fournisseur doit fournir la preuve à l'acheteur que le câble synthétique isolant et les extrémités qui lui sont associées satisfont aux exigences de la présente Norme internationale et qu'il a passé les essais avec succès.

8.2 Inspection et essai

Le câble synthétique isolant, les extrémités qui lui sont associées et le spécimen d'isolateur doivent être fournis pour les inspections individuelles de série et à l'achèvement, pour l'inspection finale, et si nécessaire, pour l'inspection du prototype par l'acheteur chez le fabricant.

Le câble synthétique isolant, les extrémités qui lui sont associées et le spécimen d'isolateur doivent, avant livraison, subir les essais suivants:

- a) essais de conception, de type, sur prélèvement et individuel de série, conformément à la présente norme;
- b) tout essai additionnel prévu au contrat d'achat.

Les essais peuvent s'effectuer en présence de l'acheteur et doivent comporter la liste d'essais énumérés dans la présente Norme internationale.

L'ensemble de l'appareillage servant aux mesures pour les essais doit être étalonné et avoir un certificat d'étalonnage valide délivré par un organisme agréé.

Toute inspection ou présence aux essais de l'acheteur ne doit en aucun cas pouvoir constituer une décharge des responsabilités acceptées par le fournisseur.

8.3 Certificats d'essais

Le fournisseur doit apporter la preuve évidente que le câble synthétique isolant et les extrémités qui lui sont associées ont satisfait aux essais.

8.4 Plans

A la demande de l'acheteur, des plans avec les cotes fonctionnelles des extrémités doivent lui être soumis pour examen à la livraison:

- a) les dispositions générales (comprenant les cotes, les détails de fabrication, la description des matériaux et les dimensions fixes, tel que spécifié dans la spécification d'achat);
- b) les exigences sur la charge, les modes de fixation et les capots d'étanchéité.

Tous les plans doivent être de bonne qualité et parfaitement lisibles.

Chaque modification de plan doit faire l'objet d'un indice de révision consécutif littéral ou numérique, comportant la date et une brève description de la modification.

Tous les plans doivent être remis à jour autant de fois que nécessaire, afin de pouvoir disposer en permanence de documents opérationnels, et doivent être fournis dans le format informatique exigé dans l'appel d'offre.

Dans le cas où il est demandé de travailler en assurance de la qualité, se référer à l'Annexe D.

9 Instructions de montage

Le fournisseur doit fournir les instructions décrivant les méthodologies pour la manutention des câbles synthétiques isolants, ainsi que pour l'assemblage et la fixation des embouts.

Le fournisseur et l'installateur doivent fournir de concert les méthodologies de montage des câbles synthétiques isolants.

On doit porter une attention particulière aux points suivants:

- la manutention du câble synthétique isolant;
- la fixation et à la mise en tension du câble synthétique isolant;
- la mise en place mécanique des embouts;
- la correcte réalisation de l'étanchéité des embouts lorsque cela s'avère nécessaire;
- la bonne fixation des embouts une fois le câble synthétique isolant porté à la tension mécanique requise pour son utilisation;
- les effets dans le temps dus au fluage et à la diminution de la tension mécanique.

10 Instructions de maintenance

Le fabricant et l'installateur doivent fournir de concert toute instruction relative à la maintenance avec les périodicités d'entretien pour les câbles synthétiques isolants et les extrémités qui leur sont associées, ceci pour satisfaire aux exigences de performance.

Chacun des points suivants doit faire l'objet d'une instruction particulière:

- les exigences relatives au nettoyage;
- l'entretien courant comprenant tous les points nécessitant une attention particulière;
- les procédures de maintenance et leur périodicité;
- les plans, illustrations et informations devant permettre d'identifier aisément toute partie d'un composant et de fournir les instructions pour leur remplacement.

11 Livraison et conditionnement

11.1 Câble

Le touret du câble doit respecter les règles suivantes:

- le rayon d'enroulement du câble synthétique isolant ne doit pas être inférieur à trente fois le diamètre extérieur du câble;
- les inscriptions sur le touret doivent être lisibles et indélébiles;
- le numéro du touret doit être inscrit sur chacune des joues;
- une étiquette résistant à la détérioration et portant des inscriptions indélébiles doit être fixée sur l'une des joues du touret et comporter les informations suivantes:
 - le nom du fabricant;
 - la nature du matériau (nature des fibres, de la gaine);
 - le diamètre extérieur du câble;
 - la longueur nominale du câble;
 - la masse totale (touret plus câble);

- la charge de rupture nominale du câble.

Les informations suivantes doivent être fournies séparément et à la demande de l'acheteur:

- un numéro de fabrication comportant au minimum le numéro de la semaine et l'année de fabrication;
- la commande de l'acheteur ou un numéro de référence.

11.2 Extrémités

Les extrémités doivent être emballées de manière à éviter tout dommage durant le transport.

Une étiquette résistant à la détérioration et portant des inscriptions indélébiles doit être fixée sur l'emballage et comporter:

- le nom du fabricant;
- le nombre de pièces;
- la nature du matériau.

11.3 Isolateurs

Les isolateurs doivent être emballés de manière à éviter tout dommage durant le transport.

Les isolateurs ne doivent pas subir de pliure dont le rayon est inférieur à trente fois le diamètre de l'âme du câble.

Une étiquette résistant à la détérioration et portant des inscriptions indélébiles doit être fixée sur l'emballage et comporter:

- le nom du fabricant ou celui du fournisseur;
- le nombre de pièces;
- la nature du matériau.

Chaque isolateur doit posséder un marquage individuel comportant l'indication de la longueur de référence.

Annexe A (normative)

Charges de rupture et charges pour l'essai d'endurance

Les dimensions ainsi que les charges de rupture et les charges pour l'essai d'endurance minimales des câbles synthétiques isolants doivent être celles du Tableau A.1, et la tension mécanique admissible doit être conforme à 5.7 et 6 de la CEI 60913:2013.

**Tableau A.1 – Dimensions ainsi que charges de rupture
et charges pour l'essai d'endurance minimales des câbles synthétiques isolants**

Type de fibre de l'âme	Diamètre extérieur nominal mm	Charge de rupture minimale spécifiée pour un câble kN	Charge pour l'essai d'endurance		
			moyenne kN	minimale kN	maximale kN
Polyaramide ou équivalent ^a	4,0	7,5	2,25	1,91	2,59
	5,0	10,6	3,18	2,70	3,66
	7,0	15,0	4,5	3,83	5,18
	8,5	30,0	9,0	7,65	10,35
	9,0	45,0	13,5	11,48	15,53
	11,0	60,0	18,0	15,3	20,7
	13,5	105,0	31,5	26,78	36,23
Polyester ou équivalent	5,0	3,0	0,9	0,77	1,04
	6,0	4,0	1,2	1,02	1,38
	7,0	5,0	1,5	1,28	1,73
	8,5	10,0	3,0	2,55	3,45
	9,0	15,0	4,5	3,83	5,18
	11,0	20,0	6,0	5,1	6,9
	13,5	35,0	10,5	8,93	12,08
	17	50,0	15,0	12,75	17,25
	20	75,0	22,5	19,13	25,88
NOTE Les tolérances sur le diamètre externe peuvent être spécifiées au stade de l'achat par le fournisseur.					
^a La fibre aramide est égale à une fibre polyaramide.					

Annexe B (normative)

Essais

Le Tableau B.1 indique l'ensemble des différents essais qui doivent être réalisés dans le but de vérifier la conformité du câble synthétique isolant et des extrémités qui lui sont associées.

Tableau B.1 – Élément à soumettre aux essais

	Désignation	Paragraphe	Matériau de l'âme	Diamètre de l'âme	Matériau de la gaine	Diamètre extérieur du câble	Conception de l'extrémité	Matériau de l'extrémité	Méthode d'étanchéité
Essai de conception	Identification du produit et marquage	6.2.2.1	O	O	O	O			
	Contrôle visuel et vérification des dimensions (plan)	6.2.2.2	O	O	O	O	O	O	O
	Essai de rupture	6.2.2.3	O	O			O	O	
	Essai d'endurance	6.2.2.4	O				O	O	
	Essai de tenue à la fréquence industrielle à sec	6.2.3	O		O				O
	Essai de cheminement et d'érosion du revêtement	6.2.4			O				
	Essai de tenue au feu	6.2.5			O				
Essai de type	Essai de tenue aux chocs de foudre à sec	6.3.2			O				
	Essai à fréquence industrielle sous pluie	6.3.3			O				
	Charge de rupture	6.3.4	O	O			O	O	
NOTE O: essais à réaliser.									

Annexe C (informative)

Pièces d'attache intermédiaires

Si des pièces d'attache intermédiaires appliquant des contraintes à la gaine du câble synthétique isolant doivent être utilisées, il convient d'évaluer leur efficacité mécanique en prenant en considération les éléments principaux suivants:

- il convient d'identifier clairement la pièce d'attache;
- sous tension mécanique, il convient de veiller à ce que la pièce d'attache n'endommage pas la gaine;
- lors de l'essai mécanique d'accrochage de la pièce d'attache sur le câble synthétique isolant, il convient de prendre soin d'appliquer la tension dans la direction correspondant aux conditions d'utilisation;
- l'élément défaillant de l'ensemble formé par la pièce d'attache et le câble synthétique isolant est à indiquer (par exemple: la rupture de la gaine ou de la pièce d'attache).

Il convient d'enregistrer dans le rapport d'essai la charge maximale de travail de l'ensemble formé par la gaine et la pièce d'attache ainsi que la longueur de serrement sur la gaine.

Annexe D (informative)

Assurance de la qualité

Il convient que le fournisseur mette en place un système complet et détaillé de gestion de la qualité selon l'ISO 9001. Sur demande, il convient que le fournisseur produise un certificat délivré par un organisme de certification indépendant et attestant que son système de gestion de la qualité a été agréé et est en adéquation avec la nature du travail à entreprendre.

Il convient que le manuel qualité du fabricant et tous les rapports d'inspection réalisés en interne soient laissés à la disposition de l'acheteur pour examen.

Il convient que le fournisseur produise un document dûment signé ou un certificat attestant que le câble synthétique isolant, les extrémités associées et les échantillons d'isolateurs ont été fabriqués, inspectés et soumis aux essais conformément à la présente Norme internationale et à l'appel d'offre, et qu'ils sont prêts à être expédiés.

Bibliographie

CEI 60850, *Applications ferroviaires – Tensions d'alimentation des réseaux de traction*

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
www.iec.ch