

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Lightning protection system components (LPSC) –
Part 2: Requirements for conductors and earth electrodes**

**Composants des systèmes de protection contre la foudre (CSPF) –
Partie 2: Exigences pour les conducteurs et les électrodes de terre**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED
Copyright © 2018 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

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

Tel.: +41 22 919 02 11
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

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

About IEC publications

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

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

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

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing 21 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 16 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

67 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

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

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

A propos de l'IEC

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

A propos des publications IEC

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

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

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

Recherche de publications IEC - webstore.iec.ch/advsearchform

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient 21 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

67 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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



IEC 62561-2

Edition 2.0 2018-01

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Lightning protection system components (LPSC) –
Part 2: Requirements for conductors and earth electrodes**

**Composants des systèmes de protection contre la foudre (CSPF) –
Partie 2: Exigences pour les conducteurs et les électrodes de terre**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.020; 91.120.40

ISBN 978-2-8322-5265-9

**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 and definitions	7
4 Requirements	9
4.1 General.....	9
4.2 Documentation.....	9
4.3 Air-termination conductors, air-termination rods, earth lead-in rods and down-conductors.....	9
4.4 Earth electrodes.....	11
4.4.1 General	11
4.4.2 Earth rods.....	11
4.4.3 Couplers for earth rods	11
4.4.4 Earth conductors and earth plates	12
4.5 Marking.....	12
5 Tests	14
5.1 General conditions for tests	14
5.2 Air termination conductors, air-termination rods, earth lead-in rods, earth conductors and earth plates	14
5.2.1 General	14
5.2.2 Test for thickness of coating	15
5.2.3 Bend and adhesion test for coated conductors.....	16
5.2.4 Environmental test for coated materials	16
5.2.5 Electrical resistivity test	16
5.2.6 Tensile test.....	17
5.3 Earth rods	17
5.3.1 General	17
5.3.2 Test for thickness of coating on earth rods	17
5.3.3 Adhesion test.....	17
5.3.4 Bend test.....	18
5.3.5 Environmental test for coated earth rods	19
5.3.6 Electrical resistivity test	19
5.3.7 Tensile strength test	19
5.3.8 Test for yield/tensile ratio	20
5.4 Couplers for earth rods	20
5.4.1 General	20
5.4.2 Compression test by mechanical means	20
5.4.3 Environmental test.....	22
5.4.4 Electrical test.....	22
5.4.5 Tensile strength test	22
5.5 Marking test.....	22
5.5.1 General conditions for tests	22
5.5.2 Acceptance criteria	22
6 Electromagnetic compatibility (EMC)	23
7 Structure and content of the test report.....	23
7.1 General.....	23

7.2	Report identification	23
7.3	Specimen description	23
7.4	Conductor	24
7.5	Standards and references	24
7.6	Test procedure	24
7.7	Testing equipment, description	24
7.8	Measuring instruments description	24
7.9	Results and parameters recorded	24
7.10	Statement of pass/fail	24
Annex A (normative) Environmental test for conductors, air-termination rods and earth lead-in rods		25
A.1	General	25
A.2	Salt mist treatment	25
A.3	Humid sulphurous atmosphere treatment	25
A.4	Ammonia atmosphere treatment	25
Annex B (normative) Electrical test		26
B.1	General	26
B.2	Acceptance criteria	26
Annex C (normative) Requirements and tests for conductors		27
Annex D (normative) Requirements and tests for earth electrodes		28
Annex E (normative) Flow chart of tests for air-termination conductors, air-termination rods, earth lead-in rods, down-conductors, earth conductors and earth plates, see Figure E.1		29
Annex F (normative) Flow chart of tests for earth rods		30
Annex G (normative) Flow chart of tests of couplers for earth rods		31
Bibliography		32
Figure 1 – Coating measurements around the circumference of a round conductor		15
Figure 2 – Coating measurements of a plate conductor		15
Figure 3 – Typical test arrangement for adhesion test		18
Figure 4 – Definitions of upper yield strength R_{eH} and tensile strength R_m		20
Figure 5 – Typical test arrangement for the compression test by mechanical means		21
Figure E.1 – Flow chart of tests for air-termination conductors, air-termination rods, earth lead-in rods, down-conductors, earth conductors and earth plates		29
Figure F.1 – Flow chart of tests for earth rods		30
Figure G.1 – Flow chart of tests of couplers for earth rods		31
Table 1 – Material, configuration and cross-sectional area of air-termination conductors, air-termination rods, earth lead-in rods ⁹ and down-conductors		10
Table 2 – Mechanical and electrical characteristics of air-termination conductors, air-termination rods, earth lead-in rods, down-conductors and earth electrodes		11
Table 3 – Material, configuration and cross-sectional area of earth electrodes		13
Table B.1 – Lightning impulse current (I_{imp}) parameters		26
Table C.1 – Summary of requirements for various elements tested according to Table 1 and Table 2		27
Table D.1 – Summary of requirements for various elements tested according to Table 2 and Table 3		28

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

LIGHTNING PROTECTION SYSTEM COMPONENTS (LPSC) –

Part 2: Requirements for conductors and earth electrodes

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 62561-2 has been prepared by subcommittee 81: Lightning protection.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 2012. This edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical change with respect to the previous edition:

- a) Tables 2 and 4 have been merged into one Table (Table 2).
- b) Figure 2 showing the coating measurement of a plate conductor has been added.

The text of this International Standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
81/577/FDIS	81/580/RVD

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

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

A list of all parts in the IEC 62561 series, published under the general title *Lightning protection system components (LPSC)*, can be found on the IEC website

The committee has decided that the contents of this document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific document. At this date, the document will be

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

The contents of the corrigendum of August 2019 have been included in this copy.

INTRODUCTION

This part of IEC 62561 deals with the requirements and tests for lightning protection system components (LPSC), specifically conductors and earth electrodes, used for the installation of a lightning protection system (LPS) designed and implemented according to IEC 62305 (all parts).

LIGHTNING PROTECTION SYSTEM COMPONENTS (LPSC) –

Part 2: Requirements for conductors and earth electrodes

1 Scope

Part 2 of IEC 62561 specifies the requirements and tests for:

- metallic conductors (other than "natural" conductors) that form part of the air-termination and down-conductor systems,
- metallic earth electrodes that form part of the earth-termination system.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60068-2-52:1996, *Environmental testing – Part 2-52: Tests – Test Kb: Salt mist, cyclic (sodium, chloride solution)*

IEC 62305-3, *Protection against lightning – Part 3: Physical damage to structures and life hazard*

IEC 62305-4, *Protection against lightning – Part 4: Electrical and electronic systems within structures*

IEC 62561-1:2012, *Lightning protection system components (LPSC) – Part 1, Requirements for connection components*

ISO 2178, *Non-magnetic coatings on magnetic substrates – Measurement of coating thickness – Magnetic method*

ISO 6892-1, *Metallic materials – Tensile testing – Part 1: Method of test at room temperature*

ISO 6957:1988, *Copper alloys – Ammonia test for stress corrosion resistance*

ISO 6988:1985, *Metallic and other non-organic coatings – Sulphur dioxide test with general condensation of moisture*

3 Terms and definitions

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

ISO and IEC maintain terminological databases for use in standardization at the following addresses:

- IEC Electropedia: available at <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: available at <http://www.iso.org/obp>

3.1

air-termination system

part of an external LPS using metallic elements such as rods, mesh conductors or catenary wires intended to intercept lightning flashes

3.2

air-termination rod

part of the air-termination system consisting of a metal rod for intercepting and conducting flashes to the down-conductor and earthing system components of the LPS

3.3

air-termination conductor

part of the air-termination system consisting of a conductor for intercepting and conducting flashes to the down-conductor and earthing system components of the LPS

3.4

down-conductor

part of an external lightning protection system, which is intended to conduct lightning current from the air-termination system to the earth-termination system

3.5

earth-termination system

part of an external lightning protection system, which is intended to conduct and disperse lightning current to the earth

3.6

earth electrode

part or group of parts of the earth-termination system, which provides direct electrical contact with and disperses the lightning current to the earth

EXAMPLES: Earth rod, earth conductor and earth plate.

3.7

earth rod

earth electrode consisting of a metal rod driven into the ground

3.8

earth conductor

earth electrode consisting of a conductor buried in the ground

3.9

earth plate

earth electrode consisting of a metal plate buried in the ground

3.10

earth rod coupler

part of the earth-termination system that facilitates the coupling of one section of an earth rod to another for the purpose of deep driving

3.11

driving head

tool used in those applications where it is necessary to drive the earth rod

3.12

earth lead-in rod

rod installed between the down-conductor/test joint and the earth electrode

4 Requirements

4.1 General

Conductors and earth electrodes shall be designed in such a manner that, when they are installed in accordance with the manufacturer's instructions, their performance shall be reliable, stable and safe to persons and surrounding equipment.

The choice of a material depends on its ability to match the particular application requirements such as life cycle of the material, effects from galvanic corrosion and compatibility with other interconnected materials or services.

Summaries of the requirements are given in Annex C and Annex D and their corresponding tests are given in Annex A, Annex B and the sequence of tests in Annex E (Figure E.1), Annex F (Figure F.1) and Annex G (Figure G.1).

4.2 Documentation

The manufacturer or supplier of the conductors and earth electrodes shall provide adequate information in their literature to ensure that the installer of the conductors and earth electrodes can select and install the materials in a suitable and safe manner, in accordance with IEC 62305-3 and IEC 62305-4.

Compliance is checked by inspection.

4.3 Air-termination conductors, air-termination rods, earth lead-in rods and down-conductors

The material, configuration and cross-sectional area of the conductors and rods, shall be in accordance with Table 1. Their mechanical and electrical characteristics shall be in accordance with Table 2.

Other materials may be used if they possess equivalent mechanical and electrical characteristics and corrosion resistance properties for the intended application.

Other configurations may be used if the relevant dimensions are met.

Coated conductors and rods shall be corrosion resistant and the coating shall exhibit good adherence to the base material.

Compliance is checked by the tests of 5.2.2, 5.2.3, 5.2.4, 5.2.5 and 5.2.6.

NOTE A summary of requirements for the cross-sectional area, mechanical and electrical characteristics as well as tests is given in Annex C.

Table 1 – Material, configuration and cross-sectional area of air-termination conductors, air-termination rods, earth lead-in rods^g and down-conductors

Material	Configuration	Cross-sectional area ^a mm ²	Recommended dimensions
Copper, Tin plated copper ^b	Solid tape	≥ 50	2 mm thickness
	Solid round ^d	≥ 50	8 mm diameter
	Stranded ^f	≥ 50	1,14 mm up to 1,7 mm strand diameter
	Rod solid round ^h	≥ 176	15 mm diameter
Aluminium	Solid tape	≥ 70	3 mm thickness
	Solid round	≥ 50	8 mm diameter
	Stranded ^f	≥ 50	1,63 mm strand diameter
Copper coated aluminium alloy ^e	Solid round	≥ 50	8 mm diameter
Aluminium alloy	Solid tape	≥ 50	2,5 mm thickness
	Solid round	≥ 50	8 mm diameter
	Stranded ^f	≥ 50	1,7 mm strand diameter
	Rod solid round ^h	≥ 176	15 mm diameter
Hot dipped galvanized steel	Solid tape	≥ 50	2,5 mm thickness
	Solid round	≥ 50	8 mm diameter
	Stranded ^f	≥ 50	1,7 mm strand diameter
	Rod solid round ^h	≥ 176	15 mm diameter
Copper coated steel ^e	Solid round	≥ 50	8 mm diameter
	Solid tape	≥ 50	2,5 mm thickness
Stainless steel ^c	Solid tape ⁱ	≥ 50	2 mm thickness
	Solid round ⁱ	≥ 50	8 mm diameter
	Stranded ^f	≥ 70	1,7 mm strand diameter
	Rod Solid round ^h	≥ 176	15 mm diameter

NOTE For the application of the conductors, see IEC 62305-3.

^a Manufacturing tolerance: -3 %.

^b Hot dipped or electroplated; minimum thickness coating of 1 µm. There is no requirement to measure the tin plated copper because it is for aesthetic reasons only.

^c Chromium ≥ 16 %; nickel ≥ 8 %; carbon ≤ 0,08 %.

^d 50 mm² (8 mm in diameter) may be reduced to 28 mm² (6 mm in diameter) in certain applications where mechanical strength is not an essential requirement. Consideration should, in this case, be given to reducing the spacing between the fasteners.

^e Minimum 70 µm radial copper coating of 99,9 % copper content.

^f The cross-sectional area of stranded conductors is determined by the resistance of the conductor according to IEC 60228.

^g If the earth lead-in rod is partially installed in soil it has to fulfil the requirements of Table 2 and Table 3.

^h Applicable for air-termination rods and earth lead-in rods. For air-termination rods where mechanical stress such as wind loading is not critical, a 9,5-mm diameter, 1-m long rod may be used.

ⁱ If thermal and mechanical considerations are important then these values should be increased to 75 mm².

4.4 Earth electrodes

4.4.1 General

The cross-sectional area of earth electrodes, its material and its configuration shall be in accordance with Table 3. Moreover, its mechanical and electrical characteristics shall be in accordance with Table 2.

Other materials may be used if they possess equivalent mechanical and electrical characteristics and corrosion resistance properties for the intended application.

Other configurations may be used if the relevant dimensions are met.

NOTE A summary of the requirements for dimensions, mechanical and electrical characteristics as well as tests is given in Annex D.

Table 2 – Mechanical and electrical characteristics of air-termination conductors, air-termination rods, earth lead-in rods, down-conductors and earth electrodes

Material	Maximum electrical resistivity $\mu\Omega\text{m}$	Tensile strength N/mm^2
Copper	0,018	200 to 450
Aluminium	0,03	≤ 150
Copper coated aluminium	0,03	$\leq 150^b$
Aluminium alloy	0,036	120 to 280
Steel	0,25	290 to 510
Steel (earth rods)	0,25	350 to 770
Copper coated steel	0,25	290 to 510 ^b
Copper coated steel (earth rods) ^a	0,25	350 to 770 ^b
Stainless steel	0,80	350 to 770
^a Yield/tensile ratio 0,80 to 0,95		
^b Based on dimensions/tests of only core material of coated conductors.		

4.4.2 Earth rods

Earth rods shall be mechanically robust to ensure correct installation. The material of choice shall be sufficiently malleable to ensure that no cracking of the rod takes place during installation.

The threads on the rods, if any, shall be smooth and fully formed. For coated rods, the coating shall extend over the threads. A lead-in chamfer or point is recommended to facilitate driving.

For electroplated rods such as copper coated rods, it is desirable to thread roll the thread profile to ensure no copper is removed from the steel.

Compliance is checked by inspection and by the tests according to 5.3.

4.4.3 Couplers for earth rods

Earth rods can be extended allowing them to be driven deeper into the ground. This can be achieved by means of a joint/coupling device.

The choice of material shall be compatible with that of the earth rod being joined.

It shall be sufficiently mechanically robust to withstand the driving forces generated during installation.

It shall also exhibit good corrosion resistance.

Threaded external couplers shall be of a sufficient length to ensure no threads on the earth rod are exposed when installed.

Threaded internal couplers shall ensure that the mating faces of the earth rods come in contact after assembly.

Compliance is checked by the tests of 5.4.2, 5.4.3, 5.4.4 and 5.4.5.

4.4.4 Earth conductors and earth plates

Earth electrode conductors and earth plates shall be corrosion resistant and any coating shall exhibit good adherence to the base material.

Compliance is checked by the test of 5.2.2, 5.2.3, 5.2.4, 5.2.5 and 5.2.6.

4.5 Marking

All products complying with this document shall be marked at least with the manufacturer's or responsible vendor's name or trade mark or identifying symbol.

Where this proves to be impractical, the marking in accordance with the identifying symbol may be given on the smallest packing unit.

NOTE Marking can be applied for example by moulding, pressing, engraving, printing adhesive labels or water slide transfers.

Compliance is checked in accordance with 5.5.

Table 3 – Material, configuration and cross-sectional area of earth electrodes

Material	Configuration	Cross-sectional area ^a			Recommended dimensions
		Earth rod mm ²	Earth conductor mm ²	Earth plate cm ²	
Copper, Tin plated copper ^f	Stranded		≥ 50 ⁱ		1,7 mm strand diameter
	Solid round		≥ 50		8 mm diameter
	Solid tape		≥ 50		2 mm thick
	Solid round	≥ 176			15 mm diameter
	Pipe	≥ 110			20 mm diameter with 2 mm wall thickness
	Solid plate			≥ 2 500	500 mm × 500 mm and 1,5 mm thick ^g
	Lattice plate ^g			≥ 3 600	600 mm × 600 mm consisted of 25 mm × 2 mm section for tape or 8 mm diameter for round conductor
Hot dipped galvanized steel	Solid round		≥ 78		10 mm diameter
	Solid round	≥ 150 ^b			14 mm diameter
	Pipe	≥ 140 ^b			25 mm diameter with 2 mm wall thickness
	Solid tape		≥ 90		3 mm thick
	Solid plate			≥ 2 500	500 mm × 500 mm and 3 mm thick
	Lattice plate ^d			≥ 3 600	600 mm × 600 mm consisted of 30 mm × 3 mm section for tape or 10 mm diameter for round conductor
	Profile	^e			3 mm thick
Bare steel ^k	Stranded		≥ 70		1,7 mm strand diameter
	Solid round		≥ 78		10 mm diameter
	Solid tape		≥ 75		3 mm thick
Copper coated steel ^c	Solid round	≥ 150 ^h			14 mm diameter if 250 μm minimum radial copper coating with 99,9 % copper content
	Solid round		≥ 50		8 mm diameter, if 250 μm minimum radial copper coating of 99,9 % copper content
	Solid round ^l		≥ 78		10 mm diameter, if 250 μm minimum radial copper coating of 99,9 % copper content
	Solid tape ^l		≥ 90		3 mm thick, if 250 μm minimum copper coating of 99,9 % copper content
Stainless steel ^j	Solid round		≥ 78		10 mm diameter
	Solid round	≥ 176 ^h			15 mm diameter
	Solid tape		≥ 100		2 mm thick

NOTE For the application of the earth electrodes, see IEC 62305-3.

a	Manufacturing tolerance: –3 %.
b	Threads, where utilized, shall be machined prior to galvanizing.
c	The copper shall be intrinsically bonded to the steel. The coating can be measured using an electronic coating measuring thickness instrument.
d	Lattice plate constructed with a minimum total conductor length of 4,8 m.
e	Different profiles are permitted with a cross section of 290 mm ² and a minimum thickness of 3 mm, e.g. cross profile.
f	Hot dipped or electroplated; minimum thickness coating of 1 µm. There is no requirement to measure the tin plated copper because it is for aesthetic reasons only.
g	In some countries, the cross-sectional area may be reduced to ≥ 1 800 cm ² and the thickness to ≥ 0,8 mm.
h	In some countries, the cross-sectional area may be reduced to 125 mm ² .
i	The cross-sectional area of stranded conductors is determined by the resistance of the conductor according to IEC 60228.
j	Chromium ≥ 16 %, nickel ≥ 5 %, molybdenum ≥ 2 %, carbon ≤ 0,08 %.
k	Shall be embedded in concrete for a minimum depth of 50 mm.
l	Due to higher corrosion rate for solid tape earth conductors, it is recommended to use copper-coated steel with a coating of 250 µm.

5 Tests

5.1 General conditions for tests

Tests according to this document are type tests. These tests are of such a nature that, after they have been performed, they need not be repeated unless changes are made to the materials, design or type of manufacturing process, which might change the performance characteristics of the product.

- Unless otherwise specified, all tests are carried out on new specimens.
- Unless otherwise specified, three specimens are subjected to the tests and the requirements are satisfied if all the tests are met.
- If only one of the specimens does not satisfy a test, due to an assembly or a manufacturing fault, that test and any preceding one which may have influenced the results of the test shall be repeated and also the tests that follow shall be carried out in the required sequence on another full set of specimens, all of which shall comply with the requirements.

The applicant, when submitting a set of specimens, may also submit an additional set of specimens, which may be necessary should one specimen fail. The testing laboratory will then, without further request, test the additional set of specimens and will reject it only if a further failure occurs. If the additional set of specimens is not submitted at the same time, the failure of one specimen will entail rejection.

5.2 Air termination conductors, air-termination rods, earth lead-in rods, earth conductors and earth plates

5.2.1 General

Air-termination conductors, air-termination rods, earth lead-in rods, down-conductors and earth conductors and earth plates shall be subjected to the following tests to confirm their suitability for the intended application.

Earth electrodes shall be subjected to the tests according to Annex D.

Air-termination conductors, air-termination rods, earth lead-in rods, earth conductors and earth plates shall be subjected to the tests according to Annex E.

5.2.2 Test for thickness of coating

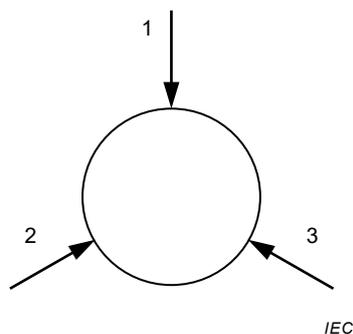
5.2.2.1 General conditions for tests

Specimens each approximately 500 mm long shall be subjected to a test for copper or zinc coating thickness.

The copper or the zinc coating on a steel core specimen shall be measured using a magnetic method instrument complying with ISO 2178. Zinc coating can also be measured in accordance with ISO 1460 or ISO 1461. When this test method is used, the length of specimens can be reduced.

For round specimens, measurements should be taken at three positions along the length of the specimen: one 50 mm from the top, one 50 mm from the bottom and one at the midpoint.

At each position detailed above, two additional measurements should be taken around the circumference of the specimen at approximately 120° separation (see keys 1, 2, 3 in Figure 1).



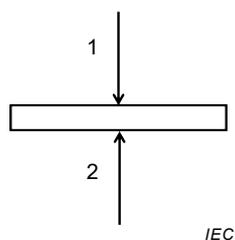
Key

1, 2, 3 position of measurements

Figure 1 – Coating measurements around the circumference of a round conductor

For flat specimens, measurements should be taken from both sides at three positions along the length of the material. All three measurements shall be taken in the middle of the width of the material in the following locations:

50 mm from the top, 50 mm from the bottom and at the mid-point (see keys 1, 2 in Figure 2).



Key

1, 2 position of measurements

Figure 2 – Coating measurements of a plate conductor

There is no requirement to measure the thickness of the tin plating on copper because it is applied for aesthetic reasons only.

5.2.2.2 Acceptance criteria

The specimens are deemed to have passed the tests if they comply with the requirements of Table 1 for air-termination conductors, air-termination rods, earth lead-in rods, down-conductors and Table 3 for earth conductors and earth plates. Additionally, the zinc galvanizing coating shall be smooth, continuous and free from flux stains with a minimum weight of 350 g/m² for solid round specimens and 500 g/m² for solid tape specimens.

5.2.3 Bend and adhesion test for coated conductors

5.2.3.1 General conditions for tests

Coated conductors each approximately 500 mm long shall be bent to an angle of $(90^{+5}_0)^\circ$:

- for a round conductor, the bending radius shall be equal to 5 times (± 1 mm) its diameter;
- for a tape conductor, the bending radius shall be equal to 5 times (± 1 mm) its thickness.

5.2.3.2 Acceptance criteria

After the test, the specimens shall show no sharp edges, cracks or peeling when inspected with normal or corrected vision without magnification.

5.2.4 Environmental test for coated materials

5.2.4.1 General conditions for tests

The electrical resistance over a length of 100 mm shall be measured prior to the environmental test on all specimens used in and complying with 5.2.3, air-termination rods, earth lead-in rods, down-conductors and earth electrodes.

Upon completion of the above measurements all specimens shall be subjected to an environmental test as specified in Clause A.2, followed by a humid sulphurous atmosphere treatment as specified in Clause A.3.

5.2.4.2 Acceptance criteria

After the test, the specimens shall satisfy the following criteria:

- a) The electrical resistance over a 100 mm length measured after the tests shall not exceed the resistance value measured before the tests by more than 50 %.
- b) The base metal shall not exhibit any visual corrosive deterioration when inspected with normal or corrected vision without magnification.

5.2.5 Electrical resistivity test

5.2.5.1 General conditions for tests

A sample length, approximately 1,2 m long, should be used for the test. The resistance measurement should be taken over a 1 m (± 1 mm) distance, using a micro-ohmmeter, and the reading corrected to a temperature of 20 °C using appropriate correction factors.

The resistivity of the sample length can then be found by the formula:

$$\rho = \frac{R \times a}{\ell} \text{ (\Omega m)}$$

where:

R is the resistance in Ω over a 1 m length;

a is the cross-sectional area (m^2);

ℓ is the unit length (m).

The dimensions of the sample shall be measured at three equally distributed points along a 1 m length and its cross-sectional area should be within a ± 5 % tolerance.

5.2.5.2 Acceptance criteria

The specimens are deemed to have passed the tests if they comply with the requirements of Table 2.

5.2.6 Tensile test

5.2.6.1 General conditions for tests

For the methodology of carrying out tensile strength (R_m), see ISO 6892-1. For the testing of air-termination conductors, air-termination rods, earth lead-in rods, down conductors, earth conductors and earth plates, the test specimen shall be tested according to ISO 6892-1.

5.2.6.2 Acceptance criteria

The specimens are deemed to have passed the tests if they comply with the requirements of Table 2.

5.3 Earth rods

5.3.1 General

Earth rods shall be subjected to the tests according to Annex F.

5.3.2 Test for thickness of coating on earth rods

5.3.2.1 General conditions for tests

Test conditions are described in 5.2.2.1.

5.3.2.2 Acceptance criteria

The specimens are deemed to have passed the tests if they comply with the requirements of Table 3.

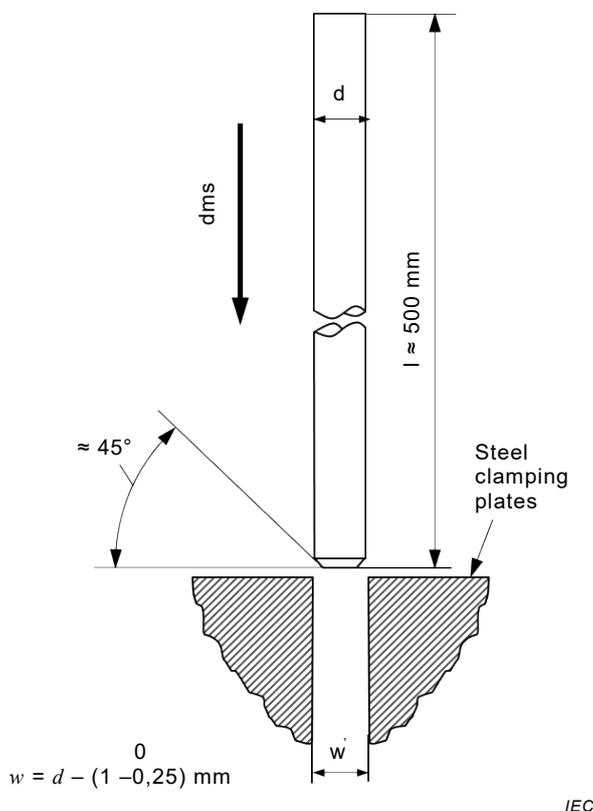
Additionally, for the zinc coated earth rods, the coating shall be smooth, continuous and free from flux stains with a minimum weight of 350 g/m^2 .

5.3.3 Adhesion test

5.3.3.1 General conditions for tests

The copper-coated steel earth rod specimens, used in, and complying with, 5.3.2, with one end cut to an angle of approximately 45° shall be subjected to the following test.

The specimens are driven through two steel clamping plates or the jaws of a vice set $(1^{0,00}_{-0,25})$ mm less than the diameter of the specimens, so as to shear off sufficient metal to expose the bond between the coating and the parent metal. A test arrangement for the adhesion test is shown in Figure 3.



Key

dms direction of mechanical stress

Figure 3 – Typical test arrangement for adhesion test

5.3.3.2 Acceptance criteria

After the test, the coating of the specimens shall show adherence to the parent metal. Separation of the copper from the steel is not acceptable.

5.3.4 Bend test

5.3.4.1 General conditions for tests

The copper coated steel earth rod specimens used in and complying with 5.3.3 shall be bent through a radius equal to 5 times (± 1 mm) of their diameter to an angle of $(90 \pm 5)^\circ$.

5.3.4.2 Acceptance criteria

After the test, the specimens shall satisfy the following criteria:

- a) the specimens shall not show sharp edges, cracks or peeling around the bending area when inspected with normal or corrected vision without magnification;
- b) the base metal shall not exhibit any visual corrosive deterioration when inspected with normal or corrected vision without magnification.

5.3.5 Environmental test for coated earth rods

5.3.5.1 General conditions for tests

The copper coated steel earth rods specimens used in and complying with 5.3.4 and the zinc coated earth rods specimens used and complying with 5.3.2 shall be subjected to an environmental test as specified in Clause A.2 followed by a humid sulphurous atmosphere treatment as specified in Clause A.3.

5.3.5.2 Acceptance criteria

After the test, the specimens shall satisfy the following criteria.

- a) The specimens shall be of good visual appearance and have no rough edges or burrs throughout their length.
- b) The base metal of the specimens shall not exhibit any visual corrosive deterioration when inspected with normal or corrected vision without magnification. 100 mm from both ends of the specimens are excluded from inspection.
- c) The electrical resistance over a 100 mm length measured after the tests shall not exceed the resistance value measured before the tests by more than 50 %.

White rust is not considered as corrosive deterioration.

5.3.6 Electrical resistivity test

5.3.6.1 General conditions for tests

A sample length of earth rod, approximately 1,2 m long should be used for the test. The resistance measurement should be taken over a 1 m (± 1 mm) distance, using a micro-ohmmeter, and the reading corrected to a temperature of 20 °C, using appropriate correction factors.

The resistivity of the sample length of the earth rod can then be calculated using the formula:

$$\rho = \frac{R \times a}{\ell} \text{ (}\mu\Omega\text{m)}$$

where

R is the resistance in micro-ohms ($\mu\Omega$) over a 1 m length;

a is the cross-sectional area (m^2);

ℓ is the unit length (m),

The dimensions of the earth rod should be measured at three equally distributed points along a 1 m length and its cross-sectional area should be within a ± 5 % tolerance.

5.3.6.2 Acceptance criteria

The specimens are deemed to have passed the tests if they comply with the requirements of Table 2.

5.3.7 Tensile strength test

5.3.7.1 General conditions for tests

For the methodology of carrying out tensile strength (R_m), see ISO 6892-1.

5.3.7.2 Acceptance criteria

The specimens are deemed to have passed the tests if they comply with the requirements of Table 2.

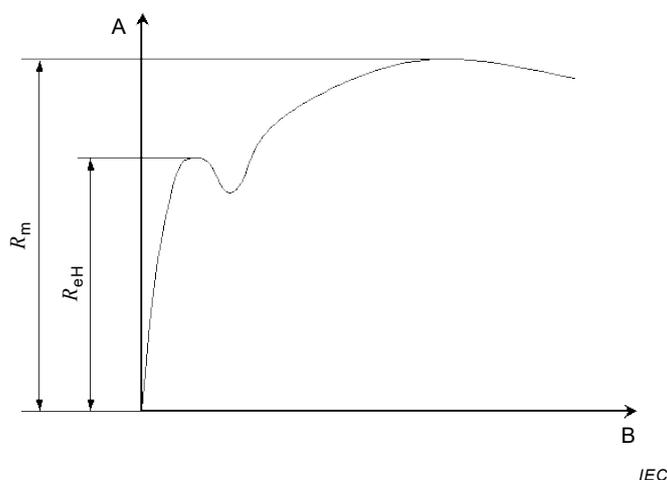
5.3.8 Test for yield/tensile ratio

5.3.8.1 General conditions for tests

The yield/tensile ratio is determined by ascertaining the upper yield strength (R_{eH}) and dividing the result by the tensile strength (R_m), (see Figure 4).

5.3.8.2 Acceptance criteria

The specimens are deemed to have passed the tests if they comply with the requirements of Table 2.



Key

- A tensile strength
- B elongation

Figure 4 – Definitions of upper yield strength R_{eH} and tensile strength R_m

5.4 Couplers for earth rods

5.4.1 General

Couplers for earth rods shall be subjected to the following tests to confirm their suitability for the intended application.

5.4.2 Compression test by mechanical means

5.4.2.1 General conditions for tests

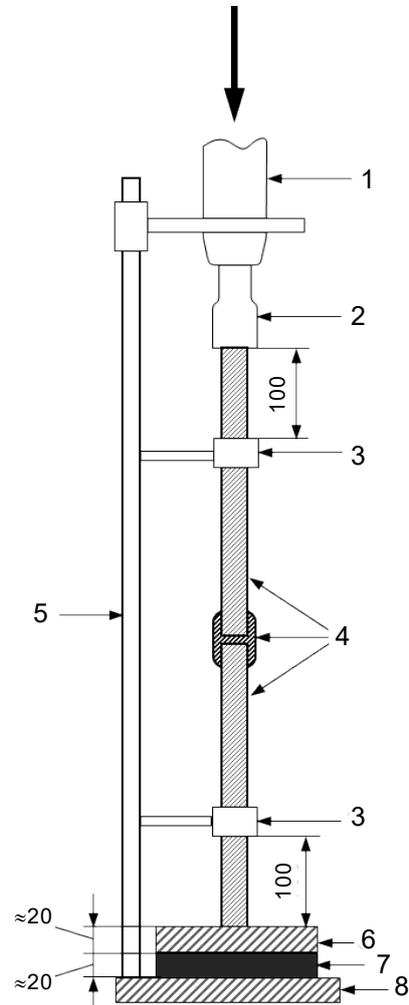
Each specimen shall be assembled from two sections of earth rod, each 500 mm long. The tests shall be performed with suitable driving heads and driving tools following the manufacturer's or supplier's instructions.

The top of the specimens shall be impacted with a vibration hammer defined with the following parameters for a duration of 1 min:

- percussion rate $(2\,000 \pm 1\,000) \text{ min}^{-1}$;
- single stroke impact energy $(50 \pm 10) \text{ Nm}$.

A typical test arrangement is shown in Figure 5.

Dimensions in mm



IEC

Key

- 1 vibration hammer
- 2 driving head
- 3 bearing
- 4 specimen
- 5 test holder
- 6 metal plate approx. 200 mm × 200 mm × 20 mm
- 7 rubber mat approx. 200 mm × 200 mm × 20 mm, hardness 80 – 85 shore
- 8 metal base

Figure 5 – Typical test arrangement for the compression test by mechanical means

5.4.2.2 Acceptance criteria

The specimens are deemed to have passed the tests if their couplers are not broken or do not show any crack to normal or corrected vision without magnification.

5.4.3 Environmental test

5.4.3.1 General conditions for tests

Specimen assemblies used in and complying with 5.4.2 shall be subjected to an environmental test as specified in Annex A.

The manufacturer or supplier shall provide proof of the copper content of any part of the assembly made from an alloy copper.

5.4.3.2 Acceptance criteria

The specimens are deemed to have passed the tests if:

- a) the specimen assembly remains intact;
- b) the base metal of the specimens shall not exhibit any visual corrosive deterioration when inspected with normal or corrected vision without magnification. 100 mm from both ends of the specimens are excluded from inspection.

White rust is not considered as corrosive deterioration.

5.4.4 Electrical test

Specimen assemblies used in and complying with 5.4.3 shall be subjected, without cleaning, to an electrical test according to Clause B.1.

5.4.5 Tensile strength test

5.4.5.1 General conditions for tests

Specimen assemblies, used in and complying with 5.4.4, shall be subjected to a mechanical tensile force of 1 000 N (± 10 N).

5.4.5.2 Acceptance criteria

After the tests as per 5.4.4 and 5.4.5, the specimens shall satisfy the criteria according to Clause B.2.

5.5 Marking test

5.5.1 General conditions for tests

The marking is checked by inspection and by rubbing it by hand for 15 s with a piece of cloth soaked with water and again for 15 s with a piece of cloth soaked with white spirit/mineral spirit.

Marking made by moulding, pressing or engraving is not subjected to this test.

5.5.2 Acceptance criteria

The specimen is deemed to have passed the test if the marking remains legible.

6 Electromagnetic compatibility (EMC)

Products covered by this document are, in normal use, passive in respect of electromagnetic influences (emission and immunity).

7 Structure and content of the test report

7.1 General

The purpose of Clause 7 is to provide general requirements for laboratory test reports and to promote clear, complete reporting procedures for laboratories submitting test reports.

The results of each test carried out by the laboratory shall be reported accurately, clearly, unambiguously and objectively, in accordance with any instructions in the test methods. The results shall be given in a test report and shall include all the information necessary for the interpretation of the test results and all information required by the method used.

Particular care and attention shall be paid to the arrangement of the report, especially with regard to presentation of the test data and ease of assimilation by the reader. The format shall be carefully and specifically designed for each type of test carried out, but the headings shall be standardized as indicated below.

The structure of each report shall include at least information according to 7.2 to 7.10.

7.2 Report identification

The following information shall be included:

- a) a title or subject of the report;
- b) name, address, e-mail and telephone number of the test laboratory;
- c) name, address, e-mail and telephone number of the sub test laboratory where the test was carried out if different from the company which has been assigned to perform the test;
- d) unique identification number (or serial number) of the test report;
- e) name and address of the vendor;
- f) report shall be paginated and the total number of pages indicated;
- g) date of issue of the report;
- h) date(s) of performance of the test(s);
- i) signature and title, or an equivalent identification of the person(s) authorized to sign for the testing laboratory for the content of the report;
- j) signature and title of person(s) conducting the tests;
- k) "This type test report may not be reproduced other than in full, except with the prior written approval of the issuing testing laboratory. This type test report only covers the samples submitted for test and does not produce evidence of the quality for series production."

7.3 Specimen description

- a) Sample description.
- b) Detailed description and unambiguous identification of the test sample and/or test assembly.
- c) Characterization and condition of the test sample and/or test assembly.
- d) Sampling procedure, where relevant.
- e) Date of receipt of the test items.
- f) Photographs, drawings or any other visual documentation, if available.

7.4 Conductor

- a) Conductor material.
- b) Cross-sectional area, dimensions and shape. It is recommended that the actual cross-sectional area also be given.

7.5 Standards and references

- a) Identification of the test standard used and the date of issue of the standard.
- b) Other relevant documentation with the documentation date.

7.6 Test procedure

- a) Description of the test procedure.
- b) Justification for any deviations from, additions to or exclusions from the referenced standard.
- c) Any other information relevant to a specific test, such as environmental conditions.
- d) Configuration of testing assembly.
- e) Location of the arrangement in the testing area and measuring techniques.

7.7 Testing equipment, description

Description of equipment used for every test conducted, e.g. generator, conditioning/ageing device.

7.8 Measuring instruments description

Characteristics and calibration date of all instruments used for measuring the values specified in the standard, e.g. radius gauge shunts, tensile testing machine, extensometer, ohmmeter, torque meter, thickness caliper gauge, etc.

7.9 Results and parameters recorded

- a) Required passing criteria for each test, defined by the standard.
- b) Relevant observed or derived results of the tests.

All results shall be presented by means of tables, graphs, drawings, photographs or other documentation of visual observations as appropriate.

7.10 Statement of pass/fail

Statement that the specimen passed or failed the tests shall be reported. If the specimen has failed, a description of the failure is necessary.

Annex A

(normative)

Environmental test for conductors, air-termination rods and earth lead-in rods

A.1 General

The conditioning/ageing test consists of a salt mist treatment as specified in Clause A.2 followed by a humid sulphurous atmosphere treatment as specified in Clause A.3 and an additional ammonia atmosphere treatment as specified in Clause A.4 for specimens where any component part is made of copper alloy with a copper content less than 80 %.

The manufacturer or supplier shall provide proof of the copper content of any part of the assembly made from an alloy of copper.

A.2 Salt mist treatment

The salt mist treatment shall be in accordance with IEC 60068-2-52:1996, except for Clauses 7, 10 and 11 which are not applicable. The test is carried out using severity (2).

If the salt mist chamber can maintain the temperature conditions as specified in 9.3 of IEC 60068-2-52:1996, and a relative humidity of not less than 90 %, then the specimen may remain in chamber for the humidity storage period.

A.3 Humid sulphurous atmosphere treatment

The humid sulphurous atmosphere treatment shall be in accordance with ISO 6988:1985 with seven cycles with a concentration in volume of sulphur dioxide of $667 \times 10^{-6} \pm 25 \times 10^{-6}$, except for Clauses 9 and 10 which are not applicable.

Each cycle which has duration of 24 h is composed of a heating period of 8 h at a temperature of $40 \text{ °C} \pm 3 \text{ °C}$ in the humid saturated atmosphere which is followed by a rest period of 16 h. After that, the humid sulphurous atmosphere is replaced.

If the test chamber maintains the temperature conditions as specified in 6.5.2 of ISO 6988:1985, then the specimen may remain in the chamber for the storage period.

A.4 Ammonia atmosphere treatment

The ammonia atmosphere treatment shall be in accordance with ISO 6957:1988 for a moderate atmosphere with the pH value 10, except for Clauses 8.4 and 9, which are not applicable.

Annex B (normative)

Electrical test

B.1 General

Each specimen shall be stressed three times by a test current as given in Table B.1. The time interval between individual shots shall allow the arrangement of the specimen to cool down to approximately ambient temperature.

The impulse discharge current passing through the device under test is defined by the peak value I_{imp} , and the specific energy W/R . The impulse current shall show no reversal and reach I_{imp} within 50 μ s. The transfer of the specific energy W/R shall be dissipated within 5 ms.

Table B.1 – Lightning impulse current (I_{imp}) parameters

I_{imp} kA –10/+10%	W/R kJ/ Ω –10/+45 %
100	2 500
NOTE The parameters specified above can typically be achieved by an exponential decaying current in the range of 350 μ s according to IEC 62305-1.	

B.2 Acceptance criteria

The specimens are deemed to have passed the tests if:

- a) the couplers are not broken or do not show any crack to normal or corrected vision without magnification;
- b) the contact resistance measured with a source of at least 10 A, as close as possible to the coupler, is equal to or less than 1 m Ω . In the case where the earth rod joint or the earth rods are of stainless steel, a value of equal to or less than 3 m Ω is allowed;
- c) the specimen assembly still remains intact.

Annex C (normative)

Requirements and tests for conductors

Table C.1 is a summary of requirements for cross-sectional area, mechanical and electrical characteristics as well as tests to be applied for air-termination conductors, air-termination rods, earth lead-in rods and down-conductors according to Table 1 and Table 2.

Table C.1 – Summary of requirements for various elements tested according to Table 1 and Table 2

Material	Configuration	Cross-sectional area, mechanical and electrical characteristics, tests to be applied
Copper Tin plated copper	Solid tape Solid round Stranded	Table 1 / Table 2 Tests: Footnotes of Table 1, 5.2.5 / 5.2.6 / 5.5
Aluminium	Solid tape Solid round Stranded	Table 1 / Table 2 Tests: Footnotes of Table 1, 5.2.5 / 5.2.6 / 5.5
Copper coated aluminium alloy	Solid round	Table 1 / Table 2 Tests: Footnotes of Table 1 and Table 2, 5.2.2 / 5.2.3 / 5.2.4 / 5.2.5 / 5.2.6 / 5.5
Aluminium alloy	Solid tape Solid round Stranded	Table 1 / Table 2 Tests: Footnotes of Table 1, 5.2.5 / 5.2.6 / 5.5
Hot dipped galvanized steel	Solid tape Solid round Stranded	Table 1 / Table 2 Tests: Footnotes of Table 1, 5.2.2 / 5.2.3 / 5.2.4 / 5.2.5 / 5.2.6 / 5.5
Copper coated steel	Solid round Solid tape	Table 1 / Table 2 Tests: Footnotes of Table 1 and Table 2, 5.2.2 / 5.2.3 / 5.2.4 / 5.2.5 / 5.2.6 / 5.5
Stainless steel	Solid tape Solid round Stranded	Table 1 / Table 2 Tests: Footnotes of Table 1, 5.2.5 / 5.2.6 / 5.5

Annex D (normative)

Requirements and tests for earth electrodes

Table D.1 is a summary of requirements for dimensions, mechanical and electrical characteristics as well as tests to be applied for earth electrodes according to Table 2 and Table 3.

Table D.1 – Summary of requirements for various elements tested according to Table 2 and Table 3

Material	Configuration	Application	Dimensions, mechanical electrical characteristics, tests to be applied
Copper	Solid round	Earth conductor	Table 2 / Table 3 Tests: Footnotes of Table 3, 5.2.5 / 5.2.6 / 5.3.6 / 5.3.7 / 5.5
	Solid round	Earth rod	
	Solid tape	Earth conductor	
	Pipe	Earth rod	
	Solid plate	Earth plate	
	Lattice plate	Earth plate	
	Stranded	Earth conductor	
Galvanized steel	Solid round	Earth conductor	Table 2 / Table 3 Tests: Footnotes of Table 3, 5.2.2 / 5.2.3 / 5.2.4 / 5.2.5 / 5.2.6 / 5.5
	Solid tape	Earth conductor	
	Solid plate	Earth plate	
	Lattice plate	Earth plate	
	Stranded	Earth conductor	
Galvanized steel	Solid round	Earth rod	Table 2 / Table 3 Tests: Footnotes of Table 3, 5.3.2 / 5.3.5 / 5.3.6 / 5.3.7 / 5.5
	Pipe	Earth rod	
	Profile	Earth rod	
Bare steel	Solid round	Earth conductor	Table 2 / Table 3 Tests: Footnotes of Table 3, 5.2.5 / 5.2.6 / 5.5
	Solid tape	Earth conductor	
Copper coated steel	Solid round	Earth rod	Table 2 / Table 3 Tests: Footnotes of Table 2 and Table 3, 5.3.2 / 5.3.3 / 5.3.4 / 5.3.5 / 5.3.6 / 5.3.7 / 5.3.8 / 5.5
Copper coated steel	Solid round	Earth conductor	Table 2 / Table 3 Tests: Footnotes of Table 2 and Table 3, 5.2.2 / 5.2.3 / 5.2.4 / 5.2.5 / 5.2.6 / 5.5
	Solid tape	Earth conductor	
Stainless steel	Solid round	Earth conductor	Table 2 / Table 3 Tests: Footnotes of Table 3, 5.2.5 / 5.2.6 / 5.3.6 / 5.3.7 / 5.5
	Solid round	Earth rod	
	Solid tape	Earth conductor	
Couplers for earth rods	_____	_____	Tests: Footnotes of Table 3, 5.4.2 / 5.4.3 / 5.4.4 / 5.4.5 / 5.5. In addition tests according to IEC 62561-1:2017, 6.3

Annex E (normative)

Flow chart of tests for air-termination conductors, air-termination rods, earth lead-in rods, down-conductors, earth conductors and earth plates, see Figure E.1

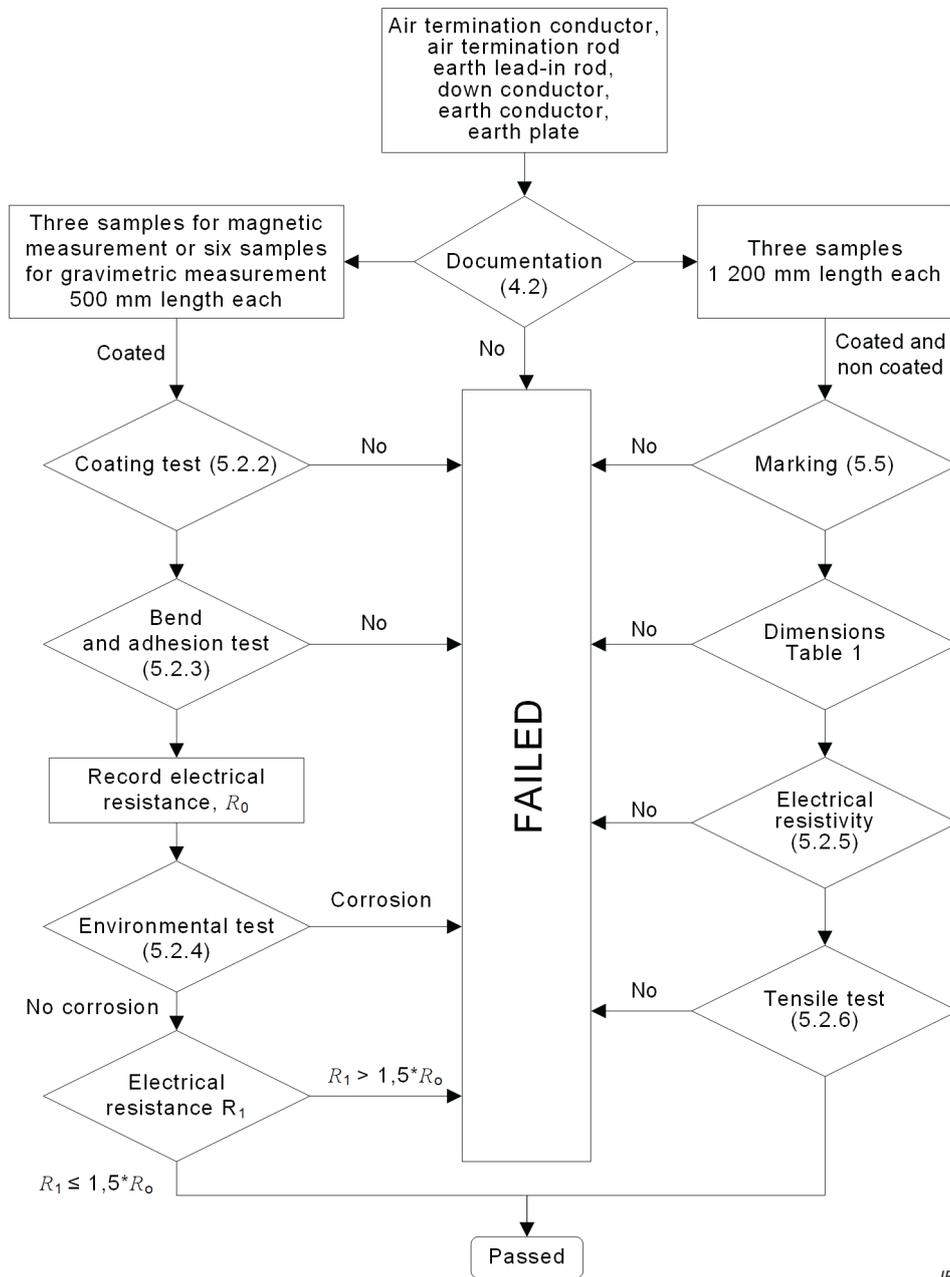


Figure E.1 – Flow chart of tests for air-termination conductors, air-termination rods, earth lead-in rods, down-conductors, earth conductors and earth plates

Annex F
(normative)

Flow chart of tests for earth rods

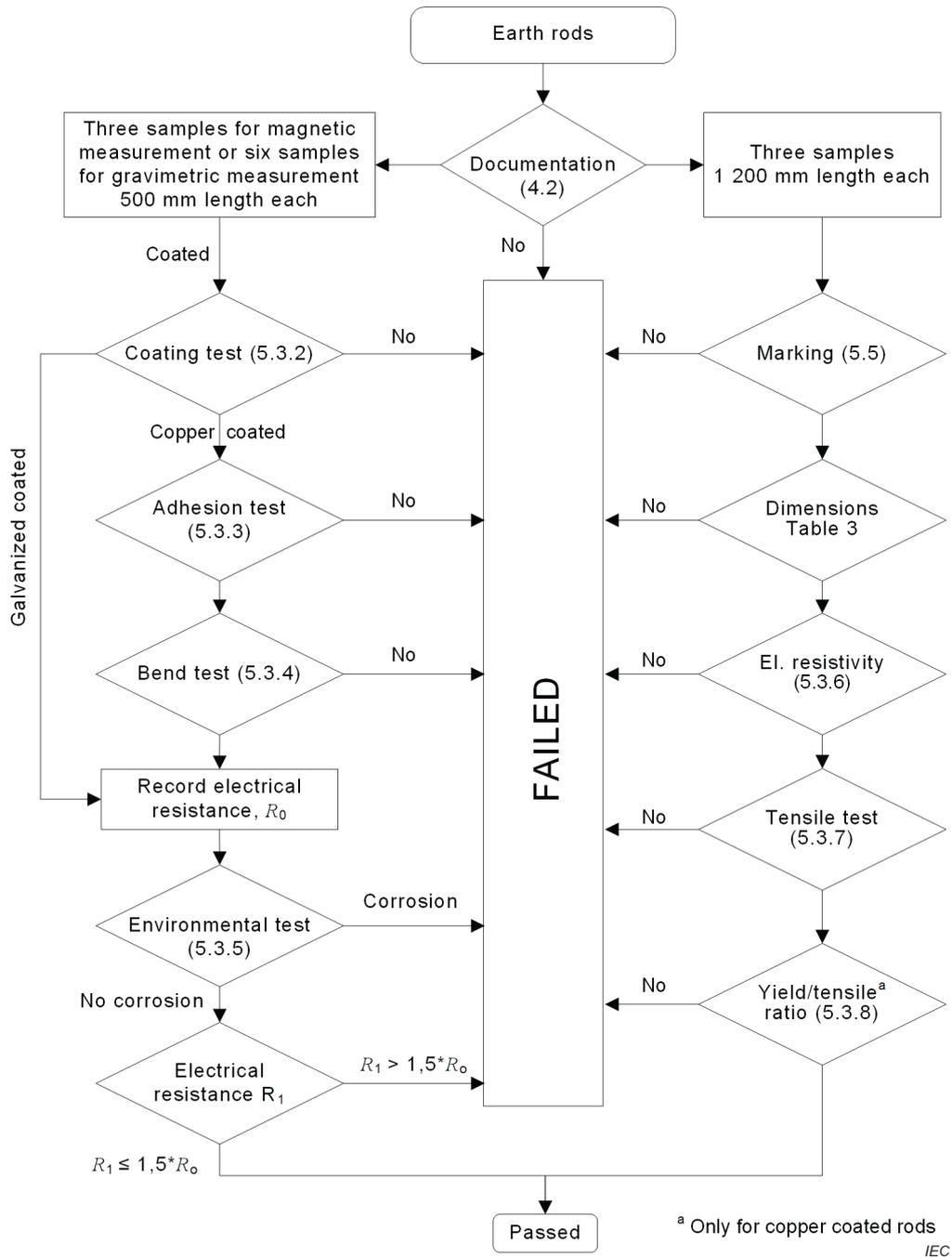
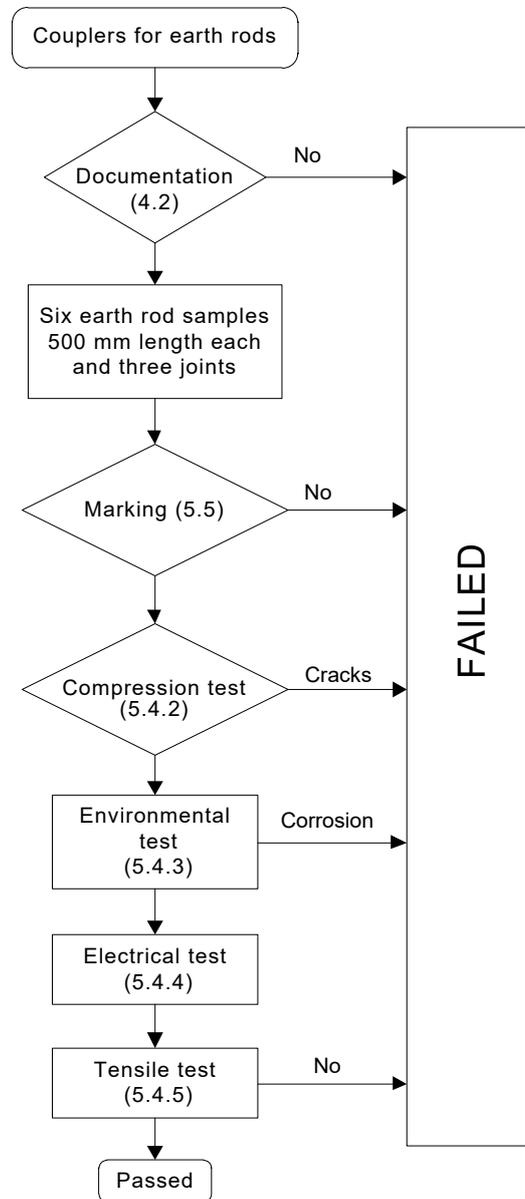


Figure F.1 – Flow chart of tests for earth rods

Annex G (normative)

Flow chart of tests of couplers for earth rods



IEC

Figure G.1 – Flow chart of tests of couplers for earth rods

Bibliography

IEC 60050-614, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 604: Generation, transmission and distribution of electricity – Operation*

IEC 60468:1974, *Method of measurement of resistivity of metallic materials*

IEC 62305-1, *Protection against lightning – Part 1: General principles*

ISO 1460, *Metallic coatings – Hot dip galvanized coatings on ferrous materials – Gravimetric determination of the mass per unit area*

ISO 1461, *Hot dip galvanized coatings on fabricated iron and steel articles – Specifications and test methods*

EN 50164-2, *Lightning Protection Components (LPC) – Part 2: Requirements for conductors and earth electrodes*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	37
INTRODUCTION.....	39
1 Domaine d'application	40
2 Références normatives	40
3 Termes et définitions	40
4 Exigences.....	42
4.1 Généralités	42
4.2 Documentation.....	42
4.3 Conducteurs de capture, pointes caprices, piquets de départ et conducteurs de descente	42
4.4 Electrodes de terre	44
4.4.1 Généralités	44
4.4.2 Piquets de terre	44
4.4.3 Manchons d'accouplement pour piquets de terre	44
4.4.4 Conducteurs de terre et plaques de terre	45
4.5 Marquage	45
5 Essais	47
5.1 Conditions générales d'essai	47
5.2 Conducteurs de capture, pointes caprices, piquets de départ, conducteurs de terre et plaques de terre.....	47
5.2.1 Généralités	47
5.2.2 Essai de l'épaisseur du revêtement	48
5.2.3 Essai de courbure et d'adhérence des conducteurs revêtus	49
5.2.4 Essai environnemental pour matériaux revêtus	49
5.2.5 Essai de résistivité électrique	49
5.2.6 Essai de traction.....	50
5.3 Piquets de terre	50
5.3.1 Généralités	50
5.3.2 Essai de l'épaisseur du revêtement des piquets de terre.....	50
5.3.3 Essai d'adhérence	51
5.3.4 Essai de courbure.....	51
5.3.5 Essai environnemental pour piquets de terre revêtus	52
5.3.6 Essai de résistivité électrique	52
5.3.7 Essai de résistance à la traction	53
5.3.8 Essai pour le rapport élasticité/rupture.....	53
5.4 Manchons d'accouplement pour piquets de terre.....	54
5.4.1 Généralités	54
5.4.2 Essai de compression mécanique	54
5.4.3 Essai environnemental.....	56
5.4.4 Essai électrique	56
5.4.5 Essai de résistance à la traction	56
5.5 Essai de marquage	56
5.5.1 Conditions générales d'essai	56
5.5.2 Critères d'acceptation	56
6 Compatibilité électromagnétique (CEM).....	56

7	Structure et contenu du rapport d'essai	57
7.1	Généralités	57
7.2	Identification du rapport	57
7.3	Description de l'éprouvette.....	57
7.4	Conducteur	58
7.5	Normes et références.....	58
7.6	Procédure d'essai	58
7.7	Description des équipements d'essai	58
7.8	Description des instruments de mesure.....	58
7.9	Résultats et paramètres enregistrés.....	58
7.10	Déclaration d'acceptation/de refus	58
Annexe A	(normative) Essai d'environnement pour les conducteurs, les pointes caprices et les piquets de départ	59
A.1	Généralités	59
A.2	Traitement au brouillard salin.....	59
A.3	Traitement en atmosphère humide sulfureuse.....	59
A.4	Traitement en atmosphère ammoniacale.....	59
Annexe B	(normative) Essai électrique.....	60
B.1	Généralités	60
B.2	Critères d'acceptation	60
Annexe C	(normative) Exigences et essais relatifs aux conducteurs	61
Annexe D	(normative) Exigences et essais relatifs aux électrodes de terre	62
Annexe E	(normative) Diagramme des essais des conducteurs de capture, pointes caprices, piquets de départ, conducteurs de descente, conducteurs de terre et plaques de terre, voir Figure E.1.....	63
Annexe F	(normative) Diagramme des essais des piquets de terre	64
Annexe G	(normative) Diagramme des essais des manchons d'accouplement pour piquets de terre.....	65
	Bibliographie.....	66
	Figure 1 – Mesures du revêtement sur la circonférence d'un conducteur cylindrique.....	48
	Figure 2 – Mesures du revêtement d'une plaque conductrice	48
	Figure 3 – Installation d'essai type pour l'essai d'adhérence	51
	Figure 4 – Définitions des valeurs maximales d'élasticité R_{eH} et de résistance à la traction R_m	53
	Figure 5 – Installation d'essai type pour l'essai de compression avec des moyens mécaniques	55
	Figure E.1 – Diagramme des essais des conducteurs de capture, pointes caprices, piquets de départ, conducteurs de descente, conducteurs de terre et plaques de terre.....	63
	Figure F.1 – Diagramme des essais des piquets de terre	64
	Figure G.1 – Diagramme des essais des manchons d'accouplement pour piquets de terre.....	65
	Tableau 1 – Matériaux, configurations et sections des conducteurs de capture, des pointes caprices, des piquets de départ ⁹ et des conducteurs de descente.....	43
	Tableau 2 – Caractéristiques mécaniques et électriques des conducteurs de capture, pointes caprices, piquets de tête et conducteurs de descente	44

Tableau 3 – Matériau, configuration et section des électrodes de terre	46
Tableau B.1 – Paramètres du courant de foudre (I_{imp})	60
Tableau C.1 – Synthèse des exigences applicables aux différents éléments soumis à essai conformément au Tableau 1 et au Tableau 2	61
Tableau D.1 – Synthèse des exigences applicables aux différents éléments soumis à essai conformément au Tableau 2 et au Tableau 3	62

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**COMPOSANTS DES SYSTÈMES
DE PROTECTION CONTRE LA Foudre (CSPF) –****Partie 2: Exigences pour les conducteurs et les électrodes de terre****AVANT-PROPOS**

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

La Norme internationale IEC 62561-2 a été établie par le sous-comité 81: Protection contre la foudre.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 2012. Cette édition constitue une révision technique.

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

- a) fusion du Tableau 2 et du Tableau 4 en un seul tableau (Tableau 2);
- b) ajout de la Figure 2 présentant les mesures du revêtement d'une plaque conductrice de plaque.

Le texte de cette norme internationale est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
81/577/FDIS	81/580/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 internationale.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 62561, publiée sous le titre général *Composants des systèmes de protection contre la foudre (CSPF)*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

Le contenu du corrigendum d'août 2019 a été pris en considération dans cet exemplaire.

INTRODUCTION

La présente partie de l'IEC 62561 traite des exigences et des essais pour les composants des systèmes de protection contre la foudre (CSPF), particulièrement pour les conducteurs et les électrodes de terre, utilisés pour l'installation d'un système de protection contre la foudre (SPF) conçu et mis en œuvre conformément à l'IEC 62305 (toutes les parties).

COMPOSANTS DES SYSTÈMES DE PROTECTION CONTRE LA Foudre (CSPF) –

Partie 2: Exigences pour les conducteurs et les électrodes de terre

1 Domaine d'application

La présente Partie 2 de l'IEC 62561 spécifie les exigences et les essais pour:

- les conducteurs métalliques (autres que les conducteurs "naturels") qui font partie des systèmes de capture et de conducteurs de descente;
- les électrodes de terre métalliques qui font partie de la prise de terre.

2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 60068-2-52:1996, *Essais d'environnement – Partie 2-52: Essais – Essai Kb: Brouillard salin, essai cyclique (solution de chlorure de sodium)*

IEC 62305-3, *Protection contre la foudre – Partie 3: Dommages physiques sur les structures et risques humains*

IEC 62305-4, *Protection contre la foudre – Partie 4: Réseaux de puissance et de communication dans les structures*

IEC 62561-1:2012, *Composants des systèmes de protection contre la foudre (CSPF) – Partie 1: Exigences pour les composants de connexion*

ISO 2178, *Revêtements métalliques non magnétiques sur métal de base magnétique – Mesurage de l'épaisseur du revêtement – Méthode magnétique*

ISO 6892-1, *Matériaux métalliques – Essai de traction – Partie 1: Méthode d'essai à température ambiante*

ISO 6957:1988, *Alliages de cuivre – Essai à l'ammoniaque pour la résistance à la corrosion sous contrainte*

ISO 6988:1985, *Revêtements métalliques et autres revêtements non organiques – Essai au dioxyde de soufre avec condensation générale de l'humidité*

3 Termes et définitions

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

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>

- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <http://www.iso.org/obp>

3.1

dispositif de capture

partie d'un SPF extérieur utilisant des éléments métalliques tels que des tiges, des mailles conductrices ou des fils tendus, destinés à intercepter les coups de foudre

3.2

pointe caprice

partie du dispositif de capture constituée d'une tige métallique et destinée à intercepter et à conduire les coups de foudre vers le conducteur de descente et les composants de l'installation de mise à la terre du SPF

3.3

conducteur de capture

partie du dispositif de capture constituée d'un conducteur et destinée à intercepter et à conduire les coups de foudre vers le conducteur de descente et les composants de l'installation de mise à la terre du SPF

3.4

conducteur de descente

partie d'un système extérieur de protection contre la foudre destinée à conduire le courant de décharge atmosphérique du dispositif de capture à la prise de terre

3.5

prise de terre

partie d'un système extérieur de protection contre la foudre destinée à conduire et à dissiper le courant de décharge atmosphérique à la terre

3.6

électrode de terre

élément ou ensemble d'éléments de la prise de terre assurant un contact électrique direct avec la terre et dissipant le courant de décharge atmosphérique dans cette dernière

EXEMPLE: Piquet de terre, conducteur de terre et plaque de terre.

3.7

piquet de terre

électrode de terre constituée d'une tige métallique enfoncée dans le sol

3.8

conducteur de terre

électrode de terre constituée d'un conducteur enfoui dans le sol

3.9

plaque de terre

électrode de terre constituée d'une plaque métallique enfouie dans le sol

3.10

manchon d'accouplement

partie de la prise de terre destinée à faciliter le couplage de deux sections de piquet de terre en cas de battage en profondeur

3.11

tête de battage

outil utilisé dans les cas où il est nécessaire d'enfoncer le piquet de terre

3.12

piquet de départ

piquet installé entre le conducteur de descente/la borne d'essai et l'électrode de terre

4 Exigences

4.1 Généralités

Les conducteurs et les électrodes de terre doivent être conçus de manière à ce que leurs performances soient fiables, stables et sûres pour les personnes et les matériels environnants s'ils sont installés selon les instructions du fabricant.

Le choix d'un matériau dépend de sa capacité à remplir les exigences d'application particulières, relatives par exemple à son cycle de vie, aux effets de la corrosion galvanique et à sa compatibilité avec d'autres matériaux ou services interconnectés.

Des résumés des exigences sont donnés à l'Annexe C et à l'Annexe D, les essais correspondants sont fournis à l'Annexe A et à l'Annexe B, et les séquences d'essais à l'Annexe E (Figure E.1), à l'Annexe F (Figure F.1) et à l'Annexe G (Figure G.1).

4.2 Documentation

Le fabricant ou le fournisseur des conducteurs et électrodes de terre doit fournir dans sa documentation les informations adéquates de sorte que l'installateur des conducteurs et électrodes de terre puisse choisir et installer les matériaux de manière sûre et adaptée, conformément à l'IEC 62305-3 et à l'IEC 62305-4.

La conformité est vérifiée par inspection.

4.3 Conducteurs de capture, pointes caprices, piquets de départ et conducteurs de descente

Le matériau, la configuration et la section des conducteurs et des piquets doivent être conformes au Tableau 1. Leurs caractéristiques mécaniques et électriques doivent être conformes au Tableau 2.

D'autres matériaux peuvent être utilisés à condition de posséder des caractéristiques mécaniques et électriques et une résistance à la corrosion équivalentes pour l'application prévue.

D'autres configurations peuvent être utilisées si les dimensions sont respectées.

Les conducteurs et les piquets revêtus doivent résister à la corrosion et le revêtement doit présenter une bonne adhérence au matériau de base.

La conformité est vérifiée par les essais de 5.2.2, 5.2.3, 5.2.4, 5.2.5 et 5.2.6.

NOTE Une synthèse des exigences relatives à la section, aux caractéristiques mécaniques et électriques et aux essais est donnée à l'Annexe C.

Tableau 1 – Matériaux, configurations et sections des conducteurs de capture, des pointes caprices, des piquets de départ^g et des conducteurs de descente

Matériau	Configuration	Section ^a mm ²	Dimensions recommandées
Cuivre, cuivre étamé ^b	Ruban plein	≥ 50	2 mm d'épaisseur
	Piquet plein ^d	≥ 50	8 mm de diamètre
	Multibrin ^f	≥ 50	Entre 1,14 mm et 1,7 mm de diamètre par brin
	Piquet plein ^h	≥ 176	15 mm de diamètre
Aluminium	Ruban plein	≥ 70	3 mm d'épaisseur
	Piquet plein	≥ 50	8 mm de diamètre
	Multibrin ^f	≥ 50	1,63 mm de diamètre par brin
Alliage d'aluminium à revêtement en cuivre ^e	Piquet plein	≥ 50	8 mm de diamètre
Alliage d'aluminium	Ruban plein	≥ 50	2,5 mm d'épaisseur
	Piquet plein	≥ 50	8 mm de diamètre
	Multibrin ^f	≥ 50	1,7 mm de diamètre par brin
	Piquet plein ^h	≥ 176	15 mm de diamètre
Acier galvanisé à chaud	Ruban plein	≥ 50	2,5 mm d'épaisseur
	Piquet plein	≥ 50	8 mm de diamètre
	Multibrin ^f	≥ 50	1,7 mm de diamètre par brin
	Piquet plein ^h	≥ 176	15 mm de diamètre
Acier cuivré ^e	Piquet plein	≥ 50	8 mm de diamètre
	Ruban plein	≥ 50	2,5 mm d'épaisseur
Acier inoxydable ^c	Ruban plein ⁱ	≥ 50	2 mm d'épaisseur
	Piquet plein ⁱ	≥ 50	8 mm de diamètre
	Multibrin ^f	≥ 70	1,7 mm de diamètre par brin
	Piquet plein ^h	≥ 176	15 mm de diamètre

NOTE Pour l'application des conducteurs, se reporter à l'IEC 62305-3.

^a Tolérance de construction: -3 %.

^b Revêtement à chaud ou par électrolyse, couche d'une épaisseur minimale de 1 µm. Il n'y a pas d'exigence de mesure du cuivre étamé, car le revêtement est réalisé à des fins exclusivement esthétiques.

^c Chrome ≥ 16 %; Nickel ≥ 8 %; Carbone ≤ 0,08 %.

^d 50 mm² (diamètre 8 mm); peut être ramené à 28 mm² (diamètre 6 mm) sur les installations où la résistance mécanique n'est pas une exigence essentielle. Il convient dans ce cas de prendre en considération la réduction de l'espacement entre les fixations.

^e Revêtement en cuivre de 70 µm au moins, à teneur en cuivre de 99,9 %.

^f La section des conducteurs multibrins est déterminée par la résistance du conducteur conformément à l'IEC 60228.

^g Si le piquet de départ est installé en partie dans le sol, il doit être conforme aux exigences du Tableau 2 et du Tableau 3.

^h Applicable aux conducteurs, pointes caprices et piquets de départ. Pour les tiges pour lesquelles la contrainte mécanique telle que la charge due au vent n'est pas critique, une tige d'un diamètre de 9,5 mm et d'une longueur de 1 m peut être utilisée.

ⁱ Si les considérations mécaniques et thermiques sont importantes, il convient d'augmenter ces valeurs jusqu'à 75 mm².

4.4 Electrodes de terre

4.4.1 Généralités

La section, les matériaux et la configuration d'une électrode de terre doivent être conformes au Tableau 3. De plus, ses caractéristiques mécaniques et électriques doivent être conformes au Tableau 2.

D'autres matériaux peuvent être utilisés à condition de posséder des caractéristiques mécaniques et électriques et une résistance à la corrosion équivalentes pour l'application prévue.

D'autres configurations peuvent être utilisées si les dimensions sont respectées.

NOTE Une synthèse des exigences relatives aux dimensions, aux caractéristiques mécaniques et électriques et aux essais est donnée en Annexe D.

Tableau 2 – Caractéristiques mécaniques et électriques des conducteurs de capture, pointes caprices, piquets de tête et conducteurs de descente

Matériau	Résistivité électrique maximale $\mu\Omega\text{m}$	Résistance à la traction N/mm^2
Cuivre	0,018	200 à 450
Aluminium	0,03	≤ 150
Aluminium à revêtement en cuivre	0,03	$\leq 150^b$
Alliage d'aluminium	0,036	120 à 280
Acier	0,25	290 à 510
Acier (piquets de terre)	0,25	350 à 770
Acier cuivré	0,25	290 à 510 ^b
Acier cuivré (piquets de terre) ^a	0,25	350 à 770 ^b
Acier inoxydable	0,80	350 à 770
^a Rapport élasticité/rupture de 0,80 à 0,95.		
^b Basé sur des dimensions/essais d'un seul matériau du noyau de conducteurs revêtus.		

4.4.2 Piquets de terre

Le piquet de terre doit présenter une robustesse mécanique suffisante afin de garantir une installation correcte. Le matériau choisi doit être suffisamment malléable pour éviter les fissures lors de l'installation.

Si le piquet est fileté, le filetage doit être lisse et parfaitement formé. Dans le cas de piquets revêtus, le revêtement doit également protéger le filetage. Une entrée dans le chanfrein ou le piquet de départ est recommandée pour faciliter le battage.

Pour les piquets revêtus par électrolyse, comme les piquets à revêtement en cuivre, il est souhaitable de laminier le profil de filetage pour éviter que la couche de cuivre ne soit enlevée de l'acier.

La conformité est vérifiée par examen et par les essais de 5.3.

4.4.3 Manchons d'accouplement pour piquets de terre

Les piquets de terre peuvent être rallongés pour permettre de les enfoncer plus profondément dans le sol. Ceci peut être réalisé par le biais d'un manchon ou d'un dispositif de couplage.

Le matériau choisi doit être compatible avec celui du piquet de terre en question.

Il doit présenter une robustesse mécanique suffisante pour résister aux forces générées lors de l'installation.

Il doit également présenter une bonne résistance à la corrosion.

Les manchons filetés externes doivent être suffisamment longs pour garantir que les filetages sur le piquet de terre ne sont pas exposés après installation.

Les dispositifs filetés internes doivent garantir que les faces d'accouplement des piquets de terre sont en contact après l'assemblage.

La conformité est vérifiée par les essais de 5.4.2, 5.4.3, 5.4.4 et 5.4.5.

4.4.4 Conducteurs de terre et plaques de terre

Les plaques de terre et les conducteurs des électrodes de terre doivent résister à la corrosion et le revêtement éventuel doit bien adhérer au matériau de base.

La conformité est vérifiée par les essais de 5.2.2, 5.2.3, 5.2.4, 5.2.5 et 5.2.6.

4.5 Marquage

Tous les produits conformes au présent document doivent porter au moins le nom, la marque commerciale ou un symbole d'identification du fabricant ou du fournisseur responsable.

Lorsque cela n'est pas réalisable en pratique, le marquage conforme au symbole d'identification peut être réalisé sur l'emballage de plus faibles dimensions.

NOTE Le marquage peut être réalisé par exemple par moulage, emboutissage, gravure, impression d'étiquettes adhésives ou décalcomanies.

La conformité est vérifiée selon 5.5.

Tableau 3 – Matériau, configuration et section des électrodes de terre

Matériau	Configuration	Section ^a			Dimensions recommandées
		Piquet de terre mm ²	Conducteur de terre mm ²	Plaque de terre cm ²	
Cuivre, Cuivre étamé ^f	Multibrin		≥ 50 ⁱ		1,7 mm de diamètre par brin
	Piquet plein		≥ 50		8 mm de diamètre
	Ruban plein		≥ 50		2 mm d'épaisseur
	Piquet plein	≥ 176			15 mm de diamètre
	Tuyau	≥ 110			20 mm de diamètre et 2 mm d'épaisseur de paroi
	Plaque pleine			≥ 2 500	500 mm × 500 mm et 1,5 mm d'épaisseur ^g
	Grille de terre ^g			≥ 3 600	600 mm × 600 mm en sections de 25 mm × 2 mm pour les conducteurs plats et de 8 mm de diamètre pour les conducteurs cylindriques
Acier galvanisé à chaud	Piquet plein		≥ 78		10 mm de diamètre
	Piquet plein	≥ 150 ^b			14 mm de diamètre
	Tuyau	≥ 140 ^b			25 mm de diamètre et 2 mm d'épaisseur de paroi
	Ruban plein		≥ 90		3 mm d'épaisseur
	Plaque pleine			≥ 2 500	500 mm × 500 mm et 3 mm d'épaisseur
	Grille de terre ^d			≥ 3 600	600 mm × 600 mm en sections de 30 mm × 3 mm pour les conducteurs plats et de 10 mm de diamètre pour les conducteurs cylindriques
	Profilé	^e			3 mm d'épaisseur
Acier nu ^k	Multibrin		≥ 70		1,7 mm de diamètre par brin
	Piquet plein		≥ 78		10 mm de diamètre
	Ruban plein		≥ 75		3 mm d'épaisseur
Acier cuivré ^c	Piquet plein	≥ 150 ^h			14 mm de diamètre pour un revêtement en cuivre de 250 µm au moins, à teneur en cuivre de 99,9 %
	Piquet plein		≥ 50		8 mm de diamètre pour un revêtement en cuivre de 250 µm au moins, à teneur en cuivre de 99,9 %
	Piquet plein ^l		≥ 78		10 mm de diamètre pour un revêtement en cuivre de 250 µm au moins, à teneur en cuivre de 99,9 %
	Ruban plein ^l		≥ 90		3 mm d'épaisseur pour un revêtement en cuivre de 250 µm au moins, à teneur en cuivre de 99,9 %
Acier inoxydable ^j	Piquet plein		≥ 78		10 mm de diamètre
	Piquet plein	≥ 176 ^h			15 mm de diamètre
	Ruban plein		≥ 100		2 mm d'épaisseur

NOTE Pour l'application des électrodes de terre, se reporter à l'IEC 62305-3.

a	Tolérance de construction: -3 %.
b	Les filetages, le cas échéant, doivent être usinés avant la galvanisation.
c	Le cuivre doit être couplé de façon intrinsèque à l'acier. L'épaisseur du revêtement peut être mesurée à l'aide d'un instrument électronique dédié.
d	La grille de terre est constituée d'une longueur de conducteur totale de 4,8 m.
e	Différents profilés sont admis avec une section de 290 mm ² et une épaisseur minimale de 3 mm, par exemple profilé en croix.
f	Revêtement à chaud ou par électrolyse, couche d'une épaisseur minimale de 1 µm. Il n'y a pas d'exigence de mesure du cuivre étamé, car le revêtement est réalisé à des fins exclusivement esthétiques.
g	Dans certains pays, la section peut être réduite à $\geq 1\,800\text{ cm}^2$ et l'épaisseur à $\geq 0,8\text{ mm}$.
h	Dans certains pays, la section peut être réduite à 125 mm ² .
i	La section des conducteurs multibrins est déterminée par la résistance du conducteur conformément à l'IEC 60228.
j	Chrome $\geq 16\%$, nickel $\geq 5\%$, molybdène $\geq 2\%$, carbone $\leq 0,08\%$.
k	Doit être incorporé dans le béton sur une profondeur minimale de 50 mm.
l	En raison de la vitesse de corrosion plus élevée des conducteurs de terre en ruban plein, il est recommandé d'utiliser de l'acier à revêtement en cuivre avec un revêtement de 250 µm.

5 Essais

5.1 Conditions générales d'essai

Les essais réalisés selon le présent document sont des essais de type. Ces essais sont de telle nature qu'après avoir été réalisés, ils peuvent ne pas être répétés, à moins que les matériaux, la conception ou le type de procédé de fabrication ait fait l'objet de modifications susceptibles de modifier les caractéristiques de performance du produit.

- Sauf spécification contraire, tous les essais sont réalisés sur des échantillons neufs.
- Sauf spécification contraire, les essais sont réalisés sur trois échantillons, et les exigences sont satisfaites si tous les essais sont réalisés avec succès.
- Si un seul des échantillons ne satisfait pas à un essai en raison d'un défaut d'assemblage ou de fabrication, cet essai et tout autre essai préalable qui aurait pu influencé les résultats de l'essai doivent être répétés, et les essais qui suivent doivent être effectués dans l'ordre exigé sur un autre lot complet d'échantillons, qui doivent tous satisfaire aux exigences.

Le demandeur, lorsqu'il soumet un lot d'échantillons, peut aussi soumettre un jeu supplémentaire pouvant être nécessaire si un échantillon ne satisfait pas à l'essai. Le laboratoire d'essais soumettra alors aux essais, sans demande complémentaire, le lot supplémentaire d'échantillons, et ne le refusera que si une nouvelle défaillance se présente. Si le lot supplémentaire d'échantillons n'est pas soumis au même moment, une défaillance sur un échantillon entraînera un refus.

5.2 Conducteurs de capture, pointes caprices, piquets de départ, conducteurs de terre et plaques de terre

5.2.1 Généralités

Les conducteurs de capture, les pointes caprices, les piquets de départ, les conducteurs de descente, les conducteurs de terre et les plaques de terre doivent être soumis aux essais suivants pour confirmer leur adéquation avec l'application prévue.

Les électrodes de terre doivent être soumises aux essais décrits à l'Annexe D.

Les conducteurs de capture, les pointes caprices, les piquets de terre, les conducteurs de descente, les conducteurs de terre et les plaques de terre doivent être soumis aux essais conformément à l'Annexe E.

5.2.2 Essai de l'épaisseur du revêtement

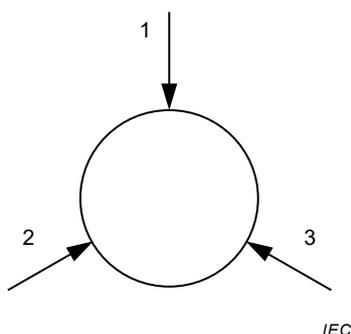
5.2.2.1 Conditions générales d'essai

Chaque échantillon d'une longueur d'environ 500 mm doit être soumis à un essai de l'épaisseur de son revêtement en cuivre ou en zinc.

Le revêtement de cuivre ou de zinc sur un échantillon en acier doit être mesuré au moyen d'un instrument utilisant la méthode magnétique conforme à l'ISO 2178. Un revêtement en zinc peut aussi être mesuré conformément à l'ISO 1460 ou à l'ISO 1461. Lorsque cette méthode d'essai est utilisée, la longueur des échantillons peut être réduite.

Pour les échantillons cylindriques, il convient que les mesures soient effectuées en trois endroits le long de l'échantillon: une à 50 mm du haut, une à 50 mm du bas et une autre au milieu.

A chacun des points de mesure indiqués ci-dessus, il convient de prendre deux mesures complémentaires sur la circonférence de l'échantillon séparées d'environ 120° (voir légendes 1, 2, 3 de la Figure 1).



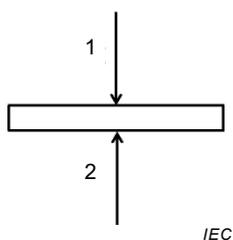
Légende

1, 2, 3 position des mesures

Figure 1 – Mesures du revêtement sur la circonférence d'un conducteur cylindrique

Pour les échantillons plats, il convient que les mesures soient effectuées des deux côtés, en trois endroits sur la longueur du conducteur. Les trois mesures doivent être prises au milieu de la largeur du conducteur, aux emplacements suivants:

à 50 mm du haut, à 50 mm du bas et au milieu (voir légendes 1, 2 de la Figure 2).



Légende

1, 2 position des mesures

Figure 2 – Mesures du revêtement d'une plaque conductrice

Il n'y a pas d'exigence de mesure de l'épaisseur du revêtement du cuivre étamé, car le revêtement est appliqué à des fins exclusivement esthétiques.

5.2.2.2 Critères d'acceptation

Les échantillons sont considérés comme ayant satisfait aux essais s'ils sont conformes aux exigences du Tableau 1 pour les conducteurs de capture, les pointes caprices, les piquets de départ, les conducteurs de descente et du Tableau 3 pour les conducteurs de terre et les plaques de terre. De plus, le revêtement en zinc obtenu par galvanisation doit être lisse, continu, sans tache de flux, avec un poids minimal de 350 g/m² pour les échantillons cylindriques et de 500 g/m² pour les échantillons plats.

5.2.3 Essai de courbure et d'adhérence des conducteurs revêtus

5.2.3.1 Conditions générales d'essai

Un conducteur revêtu d'une longueur d'environ 500 mm doit être plié selon un angle de $(90^{+5}_0)^\circ$:

- pour un conducteur cylindrique, l'angle de pliage doit être égal à 5 fois son diamètre (± 1 mm);
- pour un conducteur plat, l'angle de pliage doit être égal à 5 fois son épaisseur (± 1 mm).

5.2.3.2 Critères d'acceptation

A l'issue des essais, les échantillons ne doivent pas présenter de bords coupants, de fissures ou d'écaillage lorsqu'ils sont inspectés avec une vision normale ou corrigée sans grossissement.

5.2.4 Essai environnemental pour matériaux revêtus

5.2.4.1 Conditions générales d'essai

La résistance électrique sur une longueur de 100 mm doit être mesurée avant l'essai environnemental sur tous les échantillons employés en 5.2.3 et conformes au même paragraphe, les pointes caprices, les piquets de départ, les conducteurs de descente et les électrodes de terre.

Après les mesures ci-dessus, tous les échantillons doivent être soumis à l'essai environnemental spécifié dans l'Article A.2, puis au traitement en atmosphère humide sulfureuse spécifié dans l'Article A.3.

5.2.4.2 Critères d'acceptation

A l'issue des essais, les échantillons doivent satisfaire aux critères suivants:

- a) La résistance électrique sur une longueur de 100 mm mesurée après les essais ne doit pas dépasser de plus de 50 % la valeur de résistance mesurée avant les essais.
- b) Le métal de base ne doit présenter aucun signe de corrosion lorsqu'il est inspecté en vision normale ou corrigée sans grossissement.

5.2.5 Essai de résistivité électrique

5.2.5.1 Conditions générales d'essai

Il convient d'employer pour l'essai un échantillon d'une longueur approximative de 1,2 m. Il convient que la mesure de la résistance soit réalisée sur une longueur de 1 m (± 1 mm), en utilisant un micro-ohmmètre, la lecture étant corrigée à l'aide des facteurs de correction appropriés afin de la ramener à une température de 20 °C.

La résistivité de l'échantillon peut alors être déterminée par la formule:

$$\rho = \frac{R \times a}{\ell} \text{ (en } \Omega\text{m)}$$

où:

R est la résistance sur une longueur de 1 m (en Ω);

a est la section (en m^2);

ℓ est la longueur (en m).

Les dimensions de l'échantillon doivent être mesurées en trois points situés à égale distance les uns des autres sur une longueur de 1 m et il convient que la tolérance de section soit de $\pm 5\%$.

5.2.5.2 Critères d'acceptation

Les échantillons sont considérés comme satisfaisant aux essais s'ils sont conformes aux exigences du Tableau 2.

5.2.6 Essai de traction

5.2.6.1 Conditions générales d'essai

Pour la méthodologie des essais de traction (R_m), se reporter à l'ISO 6892-1. Pour les essais des conducteurs de capture, pointes caprices, piquets de départ, conducteurs de descente, conducteurs de terre et plaques de terre, l'échantillon d'essai doit être soumis à essai selon l'ISO 6892-1.

5.2.6.2 Critères d'acceptation

Les échantillons sont considérés comme satisfaisant à l'essai s'ils sont conformes aux exigences du Tableau 2.

5.3 Piquets de terre

5.3.1 Généralités

Les piquets de terre doivent subir les essais décrits en Annexe F.

5.3.2 Essai de l'épaisseur du revêtement des piquets de terre

5.3.2.1 Conditions générales d'essai

Les conditions d'essai sont décrites en 5.2.2.1.

5.3.2.2 Critères d'acceptation

Les échantillons sont considérés comme satisfaisant à l'essai s'ils sont conformes aux exigences du Tableau 3.

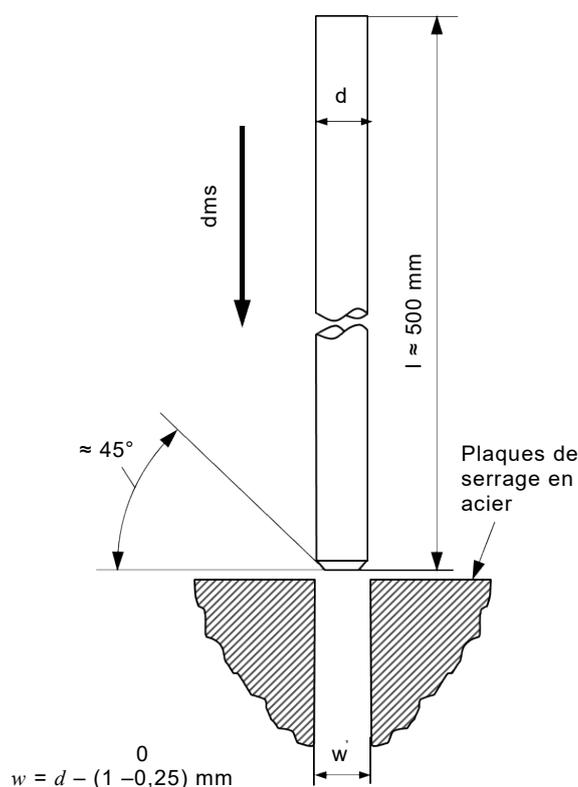
De plus, pour les piquets de terre à revêtement en zinc, le revêtement doit être lisse, continu et sans tache de flux avec un poids minimal de 350 g/m^2 .

5.3.3 Essai d'adhérence

5.3.3.1 Conditions générales d'essai

Chaque échantillon de piquet de terre en acier à revêtement en cuivre utilisé en 5.3.2 et conforme au même paragraphe, ayant une de ses extrémités coupée selon un angle d'environ 45°, doit être soumis à l'essai suivant.

Les échantillons sont enfoncés entre deux plaques de serrage en acier ou entre les mâchoires d'un étau réglé à $(1 \begin{smallmatrix} 0,00 \\ -0,25 \end{smallmatrix})$ mm de moins que le diamètre des échantillons, afin de cisailer suffisamment de métal pour exposer la liaison entre le revêtement et le métal de base. Une installation pour l'essai d'adhérence est représentée à la Figure 3.



IEC

Légende

dcm direction de la contrainte mécanique

Figure 3 – Installation d'essai type pour l'essai d'adhérence

5.3.3.2 Critères d'acceptation

A l'issue des essais, le revêtement des échantillons doit toujours demeurer soudé au métal de base. Aucune séparation entre le cuivre et l'acier n'est tolérée.

5.3.4 Essai de courbure

5.3.4.1 Conditions générales d'essai

Les échantillons de piquets de terre en acier à revêtement en cuivre utilisés en 5.3.3 et conformes au même paragraphe doivent être pliés avec un rayon de 5 fois ($\pm 1 \text{ mm}$) leur diamètre selon un angle de $(90 \pm 5)^\circ$.

5.3.4.2 Critères d'acceptation

A l'issue des essais, les échantillons doivent satisfaire aux critères suivants:

- a) les échantillons ne doivent pas présenter de bords coupants, de fissures ou d'écaillage lorsqu'ils sont inspectés en vision normale ou corrigée sans grossissement;
- b) le métal de base ne doit présenter aucun signe de corrosion lorsqu'il est inspecté en vision normale ou corrigée sans grossissement.

5.3.5 Essai environnemental pour piquets de terre revêtus

5.3.5.1 Conditions générales d'essai

Les échantillons de piquets de terre en acier à revêtement en cuivre utilisés en 5.3.4 et conformes au même paragraphe, ainsi que les échantillons de piquet de terre à revêtement en zinc utilisés en 5.3.2 et conformes au même paragraphe, doivent être soumis à l'essai environnemental spécifié à l'article A.2 puis au traitement en atmosphère humide sulfureuse spécifié à l'article A.3.

5.3.5.2 Critères d'acceptation

A l'issue des essais, les échantillons doivent satisfaire aux critères suivants.

- a) Les échantillons doivent avoir bon aspect et ne présenter aucun bord irrégulier ou aucune bavure sur toute leur longueur.
- b) Le métal de base des échantillons ne doit présenter aucun signe de corrosion lorsqu'il est inspecté en vision normale ou corrigée sans grossissement. Les 100 premiers millimètres des deux extrémités des échantillons sont exclus de l'examen.
- c) La résistance électrique sur une longueur de 100 mm mesurée après les essais ne doit pas dépasser de plus de 50 % la valeur de résistance mesurée avant les essais.

La rouille blanche n'est pas considérée comme une détérioration corrosive.

5.3.6 Essai de résistivité électrique

5.3.6.1 Conditions générales d'essai

Il convient d'employer pour l'essai un échantillon de piquet de terre d'une longueur approximative de 1,2 m. Il convient que la mesure de la résistance soit réalisée sur une longueur de 1 m (± 1 mm), en utilisant un micro-ohmmètre, la lecture étant corrigée à l'aide des facteurs de correction appropriés afin de la ramener à une température de 20 °C.

La résistivité de l'échantillon du piquet de terre peut alors être calculée par la formule:

$$\rho = \frac{R \times a}{\ell} \text{ (en } \mu\Omega\text{m)}$$

où

R est la résistance sur une longueur de 1 m (en $\mu\Omega$);

a est la section (en m^2);

ℓ est la longueur (en m),

Il convient que les dimensions du piquet de terre soient mesurées en trois points situés à égale distance les uns des autres sur une longueur de 1 m et que la tolérance de section soit de ± 5 %.

5.3.6.2 Critères d'acceptation

Les échantillons sont considérés comme satisfaisant à l'essai s'ils sont conformes aux exigences du Tableau 2.

5.3.7 Essai de résistance à la traction

5.3.7.1 Conditions générales d'essai

Pour la méthodologie des essais de traction (R_m), se reporter à l'ISO 6892-1.

5.3.7.2 Critères d'acceptation

Les échantillons sont considérés comme satisfaisant à l'essai s'ils sont conformes aux exigences du Tableau 2.

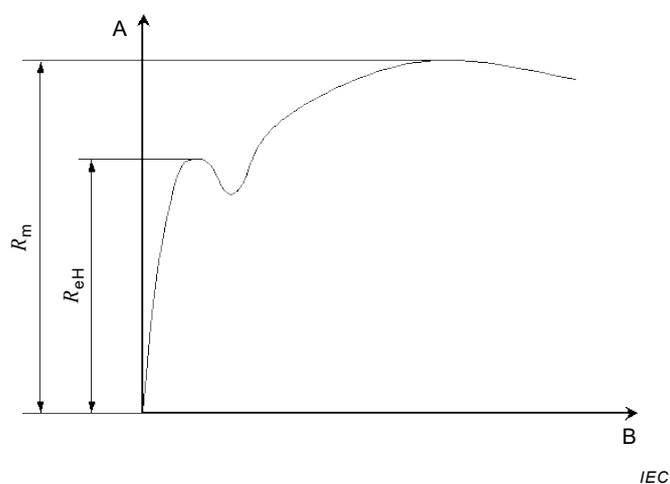
5.3.8 Essai pour le rapport élasticité/rupture

5.3.8.1 Conditions générales d'essai

Le rapport élasticité/rupture est déterminé en vérifiant la valeur maximale d'élasticité (R_{eH}) et en divisant le résultat par la résistance à la traction (R_m), (voir Figure 4).

5.3.8.2 Critères d'acceptation

Les échantillons sont considérés comme satisfaisant à l'essai s'ils sont conformes aux exigences du Tableau 2.



Légende

A résistance à la traction

B allongement

Figure 4 – Définitions des valeurs maximales d'élasticité R_{eH} et de résistance à la traction R_m

5.4 Manchons d'accouplement pour piquets de terre

5.4.1 Généralités

Les manchons d'accouplement pour piquets de terre doivent être soumis aux essais suivants afin de confirmer leur adéquation avec l'application prévue.

5.4.2 Essai de compression mécanique

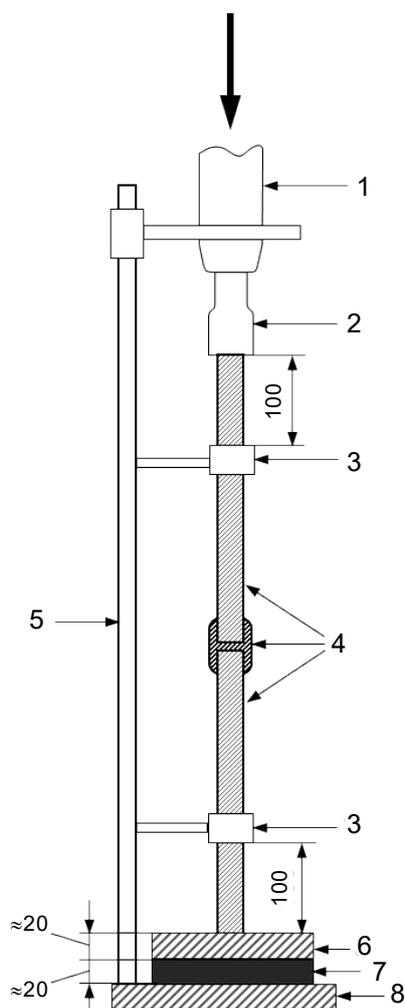
5.4.2.1 Conditions générales d'essai

Chaque échantillon doit être assemblé à partir de deux sections d'un piquet de terre de 500 mm de long chacune. Les essais doivent être réalisés avec des têtes de battage adaptées et des outils de battage en suivant les instructions du fabricant ou du fournisseur.

La partie supérieure des échantillons doit être frappée avec un marteau-piqueur selon les paramètres suivants, pendant 1 min:

- taux de percussion $(2\ 000 \pm 1\ 000)$ min⁻¹;
- énergie d'impact de chaque coup (50 ± 10) Nm.

Une installation d'essai type est représentée à la Figure 5.



IEC

Légende

- 1 marteau-piqueur
- 2 tête de battage
- 3 collier
- 4 échantillon
- 5 support d'essai
- 6 plaque métallique d'environ 200 mm × 200 mm × 20 mm
- 7 tapis en caoutchouc d'environ 200 mm × 200 mm × 20 mm, dureté 80 shore à 85 shore
- 8 base métallique

Figure 5 – Installation d'essai type pour l'essai de compression avec des moyens mécaniques

5.4.2.2 Critères d'acceptation

Les échantillons sont considérés comme satisfaisant aux essais si leurs manchons d'accouplement ne sont pas brisés ou ne présentent pas de fissures en vision normale ou corrigée sans grossissement.

5.4.3 Essai environnemental

5.4.3.1 Conditions générales d'essai

Les ensembles d'échantillons utilisés en 5.4.2 et conformes au même paragraphe doivent être soumis à l'essai d'environnement spécifié à l'Annexe A.

Le fabricant ou le fournisseur doit fournir la preuve du pourcentage de cuivre de chaque partie de l'assemblage en alliage de cuivre.

5.4.3.2 Critères d'acceptation

Les échantillons sont considérés comme ayant satisfait à l'essai si:

- a) l'échantillon assemblé reste intact;
- b) le métal de base des échantillons ne doit présenter aucun signe de corrosion lorsqu'il est inspecté en vision normale ou corrigée sans grossissement. Les 100 premiers millimètres des deux extrémités des échantillons sont exclus de l'examen.

La rouille blanche n'est pas considérée comme une détérioration corrosive.

5.4.4 Essai électrique

Les ensembles d'échantillons utilisés en 5.4.3 et conformes au même paragraphe doivent être soumis, sans nettoyage, à l'essai électrique spécifié en l'Article B.1.

5.4.5 Essai de résistance à la traction

5.4.5.1 Conditions générales d'essai

Les ensembles d'échantillons utilisés en 5.4.4 et conformes au même paragraphe doivent être soumis à une force de traction mécanique de 1 000 N (± 10 N).

5.4.5.2 Critères d'acceptation

A l'issue des essais conformes à 5.4.4 et 5.4.5, les échantillons doivent remplir les critères en l'Article B.2.

5.5 Essai de marquage

5.5.1 Conditions générales d'essai

Le marquage est vérifié par examen et par frottement à la main pendant 15 s à l'aide d'un morceau de tissu imbibé d'eau, puis à nouveau pendant 15 s avec un morceau de tissu imbibé de white spirit/d'essence minérale.

Les marquages réalisés par moulage, pressage ou gravure ne sont pas soumis à cet essai.

5.5.2 Critères d'acceptation

L'échantillon est considéré comme satisfaisant à l'essai si le marquage reste lisible.

6 Compatibilité électromagnétique (CEM)

Dans des conditions d'utilisation normale, les produits concernés par le présent document sont passifs en ce qui concerne les perturbations électromagnétiques (émission et immunité).

7 Structure et contenu du rapport d'essai

7.1 Généralités

Le présent Article 7 a pour objet d'indiquer les exigences générales pour les rapports d'essais des laboratoires et d'élaborer des procédures de rapport claires et complètes pour les laboratoires rédigeant les rapports d'essais.

Les résultats de chaque essai effectué par le laboratoire doivent être consignés de manière pertinente, claire, non ambiguë et objective, conformément aux instructions contenues dans les méthodes d'essai. Les résultats doivent être consignés dans un rapport d'essai et doivent comprendre toutes les informations nécessaires pour l'interprétation de ces résultats d'essai, ainsi que toutes les informations exigées par la méthode d'essai employée.

Une attention et un soin particuliers doivent être apportés à la présentation du rapport, particulièrement en ce qui concerne la présentation des données d'essai et la facilité d'assimilation par le lecteur. Le format doit être spécialement conçu et adapté à chaque type d'essai, mais le sommaire doit être normalisé comme indiqué ci-après.

La structure de chaque rapport doit au moins inclure les informations indiquées de 7.2 à 7.10.

7.2 Identification du rapport

Les informations suivantes doivent être incluses dans le rapport:

- a) un titre ou un sujet de rapport;
- b) nom, adresse, adresse électronique et numéro de téléphone du laboratoire d'essai;
- c) nom, adresse et numéro de téléphone du laboratoire d'essai sous-traitant où les essais ont été menés, si celui-ci est différent de la société désignée pour effectuer l'essai;
- d) numéro d'identification unique (ou numéro de série) du rapport d'essai;
- e) nom et adresse du fournisseur;
- f) le rapport doit être paginé et le nombre total de pages indiqué;
- g) date de parution du rapport;
- h) date(s) de réalisation de l'essai (ou des essais);
- i) signature et titre, ou une identification équivalente de la (des) personne(s) autorisée(s) à signer pour le compte du laboratoire d'essai le contenu du rapport;
- j) signature et titre de la (des) personne(s) ayant conduit les essais;
- k) "Ce rapport d'essai de type peut ne pas être reproduit intégralement, sauf avec l'accord écrit du laboratoire d'essai exécutant. Ce rapport d'essai de type couvre uniquement les échantillons soumis aux essais et ne prouve pas la qualité d'une production en série."

7.3 Description de l'éprouvette

- a) Description de l'échantillon.
- b) Description détaillée et identification non ambiguë de l'échantillon d'essai et/ou de l'assemblage d'essai.
- c) Caractéristiques et conditionnement de l'échantillon d'essai et/ou de l'assemblage d'essai.
- d) Procédure d'échantillonnage, le cas échéant.
- e) date de réception des échantillons d'essai;
- f) Photos, figures ou tout autre document graphique, le cas échéant.

7.4 Conducteur

- a) Matériau du conducteur.
- b) Section nominale, dimensions et forme. Il est recommandé d'indiquer également la section réelle.

7.5 Normes et références

- a) Identification de la norme d'essai employée et de sa date de publication.
- b) Tout autre document utile avec sa date de publication.

7.6 Procédure d'essai

- a) Description de la procédure d'essai.
- b) Justification de tout écart, ajout ou exclusion par rapport aux normes de référence.
- c) Toute autre information utile pour un essai spécifique, par exemple les conditions environnementales.
- d) Configuration de l'assemblage d'essai.
- e) Emplacement de l'installation dans l'espace d'essai, et techniques de mesure.

7.7 Description des équipements d'essai

Description des équipements utilisés pour chacun des essais effectués, par exemple générateurs, dispositifs de conditionnement/vieillessement.

7.8 Description des instruments de mesure

Caractéristiques et date d'étalonnage de tous les instruments utilisés pour le mesurage des valeurs spécifiées dans la norme, par exemple: calibre de rayon, shunts, appareil d'essai de résistance à la traction, extensomètre, ohmmètre, torsiomètre, pied à coulisse, etc.

7.9 Résultats et paramètres enregistrés

- a) Critères d'acceptation exigés pour chaque essai, définis par la norme.
- b) Résultats observés ou mesurés des essais.

Tous les résultats doivent être présentés sous forme de tableaux, graphiques, dessins, photographies ou tout autre document graphique approprié.

7.10 Déclaration d'acceptation/de refus

Le rapport doit indiquer si l'échantillon a satisfait ou échoué aux essais. Si l'échantillon a échoué, une description de la défaillance est nécessaire.

Annexe A (normative)

Essai d'environnement pour les conducteurs, les pointes caprices et les piquets de départ

A.1 Généralités

L'essai de conditionnement/vieillessement consiste en un traitement au brouillard salin spécifié à l'Article A.2, suivi par un traitement en atmosphère humide sulfureuse spécifié à l'Article A.3, puis un traitement en atmosphère ammoniacale spécifié à l'Article A.4 pour les échantillons dont les composants en alliage de cuivre présentent un pourcentage de cuivre inférieur à 80 %.

Le fabricant ou le fournisseur doit fournir la preuve du pourcentage de cuivre de chaque partie de l'assemblage en alliage de cuivre.

A.2 Traitement au brouillard salin

Le traitement au brouillard salin doit être réalisé conformément à l'IEC 60068-2-52:1996, à l'exception des Articles 7, 10 et 11, qui ne sont pas applicables. L'essai est réalisé avec la sévérité (2).

Si l'enceinte contenant le brouillard salin peut maintenir les conditions de température spécifiées en 9.3 de l'IEC 60068-2-52:1996 et une humidité relative supérieure ou égale à 90 %, alors l'échantillon peut rester dans cette enceinte pendant la période de stockage en milieu humide.

A.3 Traitement en atmosphère humide sulfureuse

Le traitement en atmosphère humide sulfureuse doit être conforme à l'ISO 6988:1985, avec sept cycles, à une concentration volumique en dioxyde de soufre de $667 \times 10^{-6} \pm 25 \times 10^{-6}$, à l'exception des Articles 9 et 10, qui ne sont pas applicables.

Chaque cycle, d'une durée de 24 h, se compose d'une période de chauffage de 8 h à une température de $40 \text{ °C} \pm 3 \text{ °C}$ en atmosphère humide saturée, suivie d'une période de repos de 16 h. Ensuite, l'atmosphère humide sulfureuse est remplacée.

Si l'enceinte d'essai maintient les conditions de température spécifiées en 6.5.2 de l'ISO 6988:1985, alors l'échantillon peut rester dans cette enceinte pendant la période de stockage.

A.4 Traitement en atmosphère ammoniacale

Le traitement en atmosphère ammoniacale doit être conforme à l'ISO 6957:1988 pour une atmosphère modérée avec une valeur de pH de 10, à l'exception du 8.4 et de l'Article 9 qui ne sont pas applicables.

Annexe B (normative)

Essai électrique

B.1 Généralités

Chaque échantillon doit être soumis trois fois à un courant d'essai conformément au Tableau B.1. L'intervalle de temps entre chaque essai doit permettre à l'assemblage des échantillons de refroidir jusqu'à atteindre approximativement la température ambiante.

Le courant de décharge de choc passant par le dispositif en essai est défini par la valeur maximale I_{imp} et l'énergie spécifique W/R . Le courant de choc ne doit présenter aucune inversion et atteindre une valeur I_{imp} en l'espace de 50 μ s. Le transfert de l'énergie spécifique W/R doit être dissipé en l'espace de 5 ms.

Tableau B.1 – Paramètres du courant de foudre (I_{imp})

I_{imp} kA –10/+10 %	W/R kJ/ Ω –10/+45 %
100	2 500
NOTE Les paramètres spécifiés ci-dessus peuvent généralement être atteints par un courant décroissant exponentiellement dans la plage des 350 μ s conformément à l'IEC 62305-1.	

B.2 Critères d'acceptation

Les échantillons sont considérés comme ayant satisfait à l'essai si:

- leurs manchons d'accouplement ne sont pas brisés ou ne présentent pas de fissures en vision normale ou corrigée sans grossissement;
- la résistance de contact mesurée avec une source d'au moins 10 A, au plus près du manchon d'accouplement, est inférieure ou égale à 1 m Ω . Dans le cas où le manchon ou les piquets de terre sont en acier inoxydable, une valeur inférieure ou égale à 3 m Ω est admise;
- l'échantillon assemblé reste intact.

Annexe C (normative)

Exigences et essais relatifs aux conducteurs

Le Tableau C.1 synthétise les exigences relatives aux sections, aux caractéristiques mécaniques et électriques et aux essais à effectuer pour les conducteurs de capture, les pointes caprices, les piquets de départ et les conducteurs de descente conformément au Tableau 1 et au Tableau 2.

Tableau C.1 – Synthèse des exigences applicables aux différents éléments soumis à essai conformément au Tableau 1 et au Tableau 2

Matériau	Configuration	Section, caractéristiques mécaniques et électriques et essais à effectuer
Cuivre Cuivre étamé	Ruban plein Piquet plein Multibrin	Tableau 1 / Tableau 2 Essais: Notes du Tableau 1, 5.2.5 / 5.2.6 / 5.5
Aluminium	Ruban plein Piquet plein Multibrin	Tableau 1 / Tableau 2 Essais: Notes du Tableau 1, 5.2.5 / 5.2.6 / 5.5
Alliage d'aluminium à revêtement en cuivre	Piquet plein	Tableau 1 / Tableau 2 Essais: Notes du Tableau 1 et du Tableau 2, 5.2.2 / 5.2.3 / 5.2.4 / 5.2.5 / 5.2.6 / 5.5
Alliage d'aluminium	Ruban plein Piquet plein Multibrin	Tableau 1 / Tableau 2 Essais: Notes du Tableau 1, 5.2.5 / 5.2.6 / 5.5
Acier galvanisé à chaud	Ruban plein Piquet plein Multibrin	Tableau 1 / Tableau 2 Essais: Notes du Tableau 1, 5.2.2 / 5.2.3 / 5.2.4 / 5.2.5 / 5.2.6 / 5.5
Acier cuivré	Piquet plein Ruban plein	Tableau 1 / Tableau 2 Essais: Notes du Tableau 1 et du Tableau 2, 5.2.2 / 5.2.3 / 5.2.4 / 5.2.5 / 5.2.6 / 5.5
Acier inoxydable	Ruban plein Piquet plein Multibrin	Tableau 1 / Tableau 2 Essais: Notes du Tableau 1, 5.2.5 / 5.2.6 / 5.5

Annexe D (normative)

Exigences et essais relatifs aux électrodes de terre

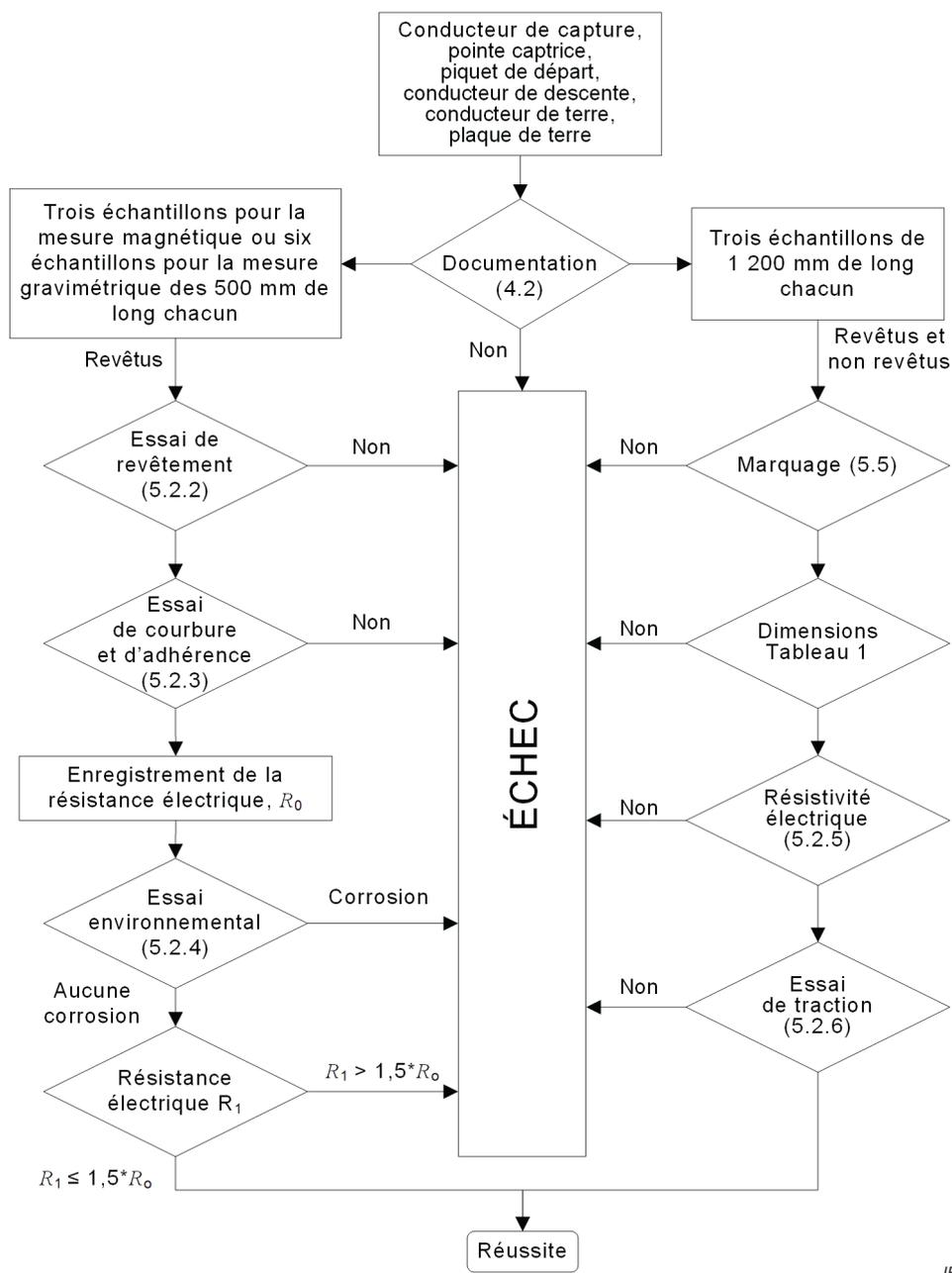
Le Tableau D.1 synthétise les exigences relatives aux dimensions, aux caractéristiques mécaniques et électriques et aux essais à effectuer pour les électrodes de terre conformément au Tableau 2 et au Tableau 3.

Tableau D.1 – Synthèse des exigences applicables aux différents éléments soumis à essai conformément au Tableau 2 et au Tableau 3

Matériau	Configuration	Application	Dimensions, caractéristiques mécaniques et électriques et essais à effectuer
Cuivre	Piquet plein	Conducteur de terre	Tableau 2 / Tableau 3 Essais: Notes du Tableau 3, 5.2.5 / 5.2.6 / 5.3.6 / 5.3.7 / 5.5
	Piquet plein	Piquet de terre	
	Ruban plein	Conducteur de terre	
	Tuyau	Piquet de terre	
	Plaque pleine	Plaque de terre	
	Grille de terre	Plaque de terre	
	Multibrin	Conducteur de terre	
Acier galvanisé	Piquet plein	Conducteur de terre	Tableau 2 / Tableau 3 Essais: Notes du Tableau 3, 5.2.2 / 5.2.3 / 5.2.4 / 5.2.5 / 5.2.6 / 5.5
	Ruban plein	Conducteur de terre	
	Plaque pleine	Plaque de terre	
	Grille de terre	Plaque de terre	
	Multibrin	Conducteur de terre	
Acier galvanisé	Piquet plein	Piquet de terre	Tableau 2 / Tableau 3 Essais: Notes du Tableau 3, 5.3.2 / 5.3.5 / 5.3.6 / 5.3.7 / 5.5
	Tuyau	Piquet de terre	
	Profilé	Piquet de terre	
Acier nu	Piquet plein	Conducteur de terre	Tableau 2 / Tableau 3 Essais: Notes du Tableau 3, 5.2.5 / 5.2.6 / 5.5
	Ruban plein	Conducteur de terre	
Acier cuivré	Piquet plein	Piquet de terre	Tableau 2 / Tableau 3 Essais: Notes du Tableau 2 et du Tableau 3, 5.3.2 / 5.3.3 / 5.3.4 / 5.3.5 / 5.3.6 / 5.3.7 / 5.3.8 / 5.5
Acier cuivré	Piquet plein	Conducteur de terre	Tableau 2 / Tableau 3 Essais: Notes du Tableau 2 et du Tableau 3, 5.2.2 / 5.2.3 / 5.2.4 / 5.2.5 / 5.2.6 / 5.5
	Ruban plein	Conducteur de terre	
Acier inoxydable	Piquet plein	Conducteur de terre	Tableau 2 / Tableau 3 Essais: Notes du Tableau 3, 5.2.5 / 5.2.6 / 5.3.6 / 5.3.7 / 5.5
	Piquet plein	Piquet de terre	
	Ruban plein	Conducteur de terre	
Manchons d'accouplement pour piquets de terre	-----	-----	Essais: Notes du Tableau 3, 5.4.2 / 5.4.3 / 5.4.4 / 5.4.5 / 5.5. En plus, essais selon l'IEC 62561-1:2017, 6.3

Annexe E (normative)

Diagramme des essais des conducteurs de capture, pointes caprices, piquets de départ, conducteurs de descente, conducteurs de terre et plaques de terre, voir Figure E.1



IEC

Figure E.1 – Diagramme des essais des conducteurs de capture, pointes caprices, piquets de départ, conducteurs de descente, conducteurs de terre et plaques de terre

Annexe F (normative)

Diagramme des essais des piquets de terre

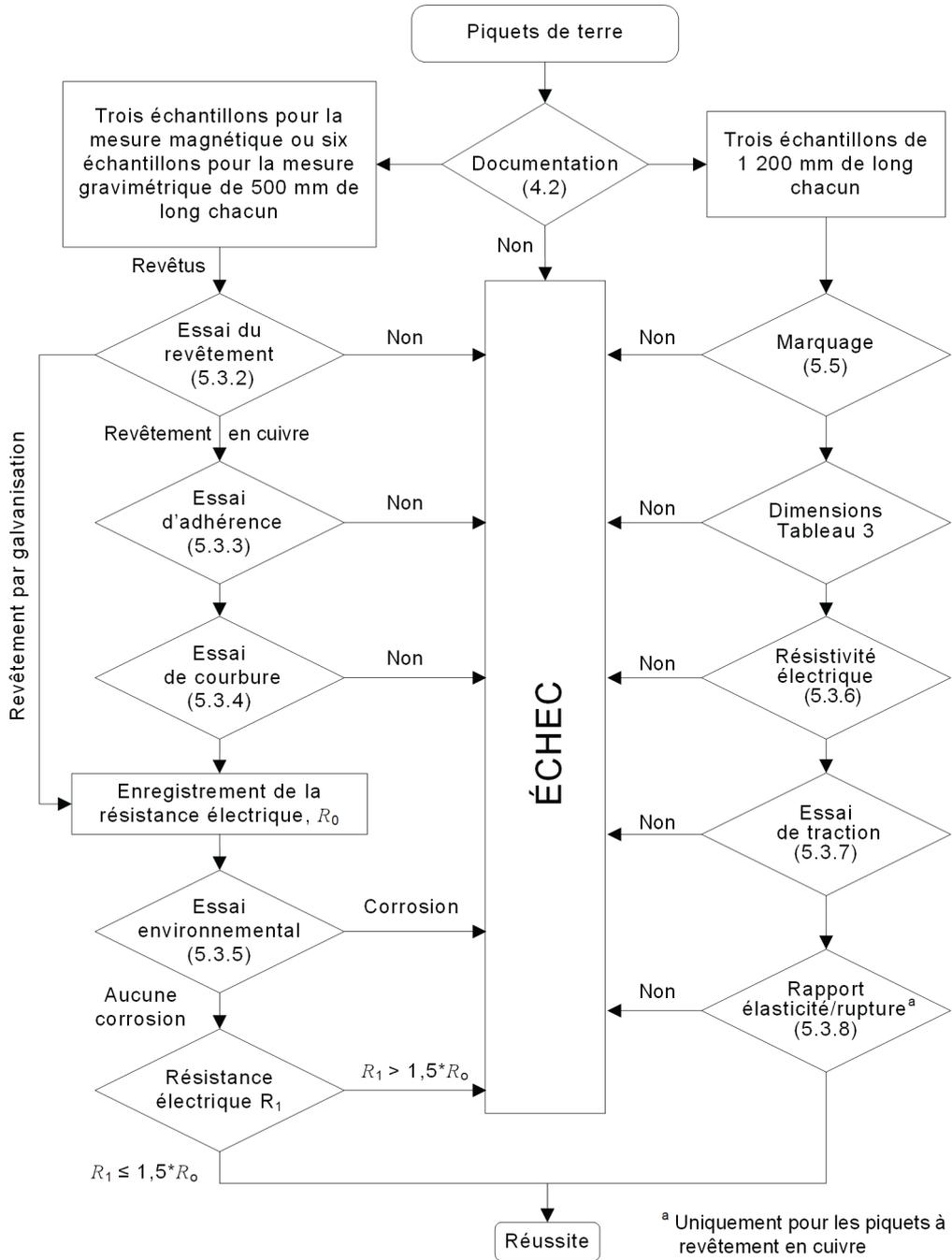
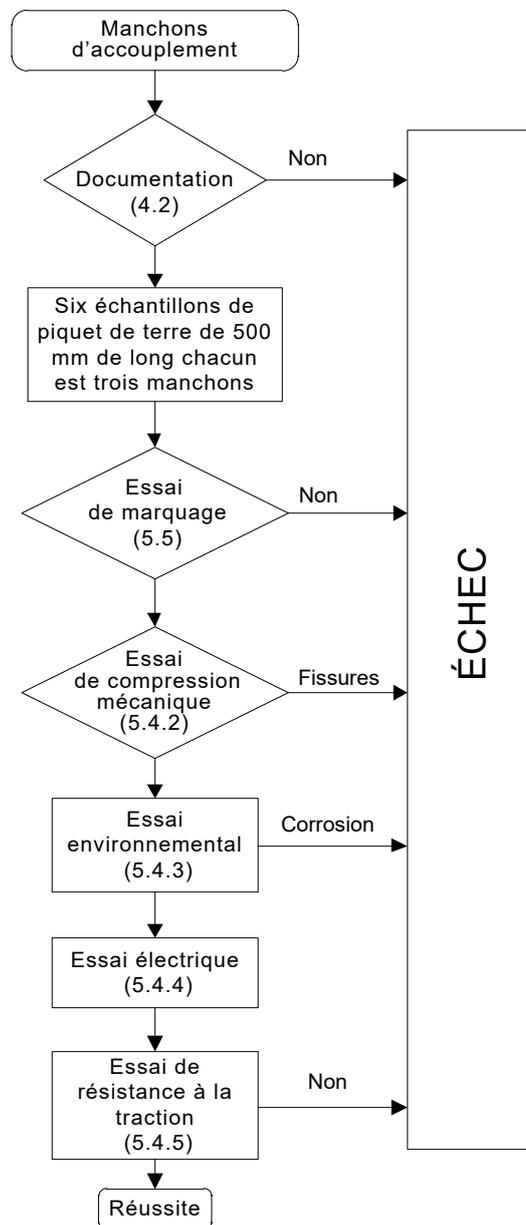


Figure F.1 – Diagramme des essais des piquets de terre

Annexe G (normative)

Diagramme des essais des manchons d'accouplement pour piquets de terre



IEC

Figure G.1 – Diagramme des essais des manchons d'accouplement pour piquets de terre

Bibliographie

IEC 60050-614, *Vocabulaire électronique international – Partie 604: Production, transport et distribution de l'énergie électrique – Exploitation*

IEC 60468:1974, *Méthode de mesure de la résistivité des matériaux métalliques*

IEC 62305-1, *Protection contre la foudre – Partie 1: Principes généraux*

ISO 1460, *Revêtements métalliques – Revêtements de galvanisation à chaud sur métaux ferreux – Détermination gravimétrique de la masse par unité de surface*

ISO 1461, *Revêtements par galvanisation à chaud sur produits finis en fonte et en acier – Spécifications et méthodes d'essai*

EN 50164-2, *Composants de protection contre la foudre (CPF) – Partie 2: caractéristiques des conducteurs et des électrodes de terre*

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